



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Dunkle Schokolade:
Ausprägung der sensorischen Eigenschaften in Abhängigkeit
vom Kakaoanteil**

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Astrid Böhm
Matrikel-Nummer:	0406488
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	Ernährungswissenschaften A474
Betreuerin:	Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Wien, im November 2010

DANKSAGUNG

Zuerst möchte ich mich bei meiner Betreuerin Ao. Univ. Prof. Dr. Dorota Majchrzak bedanken, die es mir ermöglicht hat diese Diplomarbeit durchzuführen und mich während der Entstehung immer geduldig und sehr gewissenhaft unterstützt hat.

Außerdem möchte ich mich auch bei den Schokoladenfirmen bedanken, die die gesamte Schokolade für die Verkostungen lieferten und für alle Auskünfte zur Verfügung standen.

Ein großes Dankeschön gilt auch allen Panellisten die so maßgeblich an dieser Arbeit beteiligt waren. Danke für die Zeit und die gewissenhafte Bewertung! Auch allen 60 Verkostern sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Weiters möchte ich auch all jenen Personen danken, die mir während der Durchführung an der Uni so fleißig geholfen haben.

Mein größter Dank gilt jedoch Lukas, der mich während der Diplomarbeitszeit in jeder Art und Weise unterstützte und mir eine so große Hilfe war.

Danke möchte ich auch meiner Familie sagen, die mich während des ganzen Studiums begleitet und unterstützt hat. Ein besonderer Dank gilt meinem Vater, der mir das Studium erst ermöglicht hat. Meinen Schwestern möchte ich für die flippige Zeit während unseres Zusammenwohnens danken.

Auch meinen Korrekturlesern sei an dieser Stelle herzlich gedankt!

Lieben Dank auch an meine Freunde und Studienkollegen, die mich das ganze Studium begleitet haben und immer für mich da waren!

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2	LITERATURÜBERBLICK	3
2.1	Kakaobohne.....	3
2.1.1	Botanische Grundlagen	3
2.1.2	Sorten	3
2.1.3	Anbau und Ernte	4
2.1.4	Weltproduktion	6
2.1.5	Verarbeitung der Kakaobohne	7
2.1.5.1	Fermentation	8
2.1.5.1.1	Mikrobielle Aspekte der Fermentation	9
2.1.5.2	Trocknung.....	10
2.1.5.3	Lagerung	10
2.1.5.4	Reinigung.....	11
2.1.5.5	Röstung	11
2.1.5.6	Vermahlung	11
2.1.5.7	Alkalisierung („Dutching“).....	12
2.1.5.8	Conchieren	12
2.1.5.9	Tempern	13
2.2	Dunkle Schokolade	15
2.2.1	Geschichte der Schokolade	15
2.2.2	Schokoladenmarkt.....	16
2.2.2.1	Weltproduktion	17
2.2.2.2	Europäische Produktion.....	17
2.2.2.3	Österreichische Produktion.....	18
2.2.2.4	Verzehr.....	18
2.2.2.4.1	Pro-Kopf-Verbrauch	20
2.2.3.1	Einfluss der Kakaobohnen für die Schokoladenherstellung	22
2.3	Ernährungsphysiologische Qualität (Gesundheitswert)	23
2.3.1	Zusammensetzung der Kakaobohne	23
2.3.1.1	Makronährstoffe.....	24

2.3.1.1.1 Lipide	24
2.3.1.1.2 Kohlenhydrate	24
2.3.1.1.3 Proteine	25
2.3.1.2 Mikronährstoffe	26
2.3.1.2.1 Mineralstoffe	26
2.3.1.2.2 Organische Säuren	26
2.3.1.3 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe.....	26
2.3.1.3.1 Phenolische Inhaltsstoffe	26
2.3.1.3.1.1 Arten.....	26
2.3.1.3.1.2 Polyphenolgehalt und dessen Einflussfaktoren.....	27
2.3.1.3.2 Purinalkaloide	28
2.3.1.4 Aromastoffe	28
2.4 Zusammensetzung Dunkler Schokolade.....	29
2.4.1 Makronährstoffe und Mikronährstoffe.....	29
2.4.2 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe	32
2.4.2.1 Polyphenole	32
2.4.2.1.1 Bioverfügbarkeit der Polyphenole	33
2.4.2.1.2 Einflussfaktoren auf den Polyphenolgehalt	33
2.4.2.2 Alkaloide.....	34
2.4.3 Aromastoffe	34
2.4.4 Schadstoffe.....	34
2.4.4.1 Cadmium.....	34
2.4.4.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	36
2.5 Wirkungen der Inhaltsstoffe von dunkler Schokolade auf den menschlichen Organismus	36
2.5.1 Polyphenole.....	36
2.5.2 Stearinsäure	40
2.5.3 Methylxanthine	41
2.6 Sensorische Qualität (Genusswert)	42
2.6.1 Sensorische Eigenschaften dunkler Schokolade	42
2.6.1.1 Aussehen.....	43
2.6.1.2 Geruch.....	43

2.6.1.2.1	Fermentation	43
2.6.1.2.2	Trocknung	44
2.6.1.2.3	Röstung	44
2.6.1.3	Geschmack/Flavor	45
2.6.1.4	Textur/Mundgefühl	47
3	MATERIAL UND METHODEN.....	50
3.1	Material/Produkt	50
3.1.1	Zutatenliste der untersuchten Produkte	51
3.2	Angewandte Methoden.....	54
3.2.1	Quantitative Deskriptive Analyse	54
3.2.1.1	Qualitative Beschreibung.....	54
3.2.1.2	Quantitative Beurteilung.....	58
3.2.1.3	Auswertung der Daten	61
3.2.2	Rangordnungsprüfung.....	62
3.2.2.1	Auswertung.....	64
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	65
4.1	Quantitative Deskriptive Analyse (QDA).....	65
4.1.1	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	65
4.1.1.1	Aussehen.....	66
4.1.1.2	Geruch.....	66
4.1.1.3	Geschmack.....	68
4.1.1.4	Flavor.....	70
4.1.1.5	Mundgefühl/Textur.....	74
4.1.1.6	Nachgeschmack	76
4.1.2	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	79
4.1.2.1	Aussehen.....	80
4.1.2.2	Geruch.....	80
4.1.2.3	Geschmack.....	82
4.1.2.4	Flavor.....	83
4.1.2.5	Mundgefühl/Textur.....	86
4.1.2.6	Nachgeschmack	88

4.1.3	Vergleich der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %	91
4.1.3.1	Aussehen.....	91
4.1.3.2	Geruch.....	91
4.1.3.3	Geschmack/ Flavor/ Nachgeschmack.....	92
4.1.3.4	Mundgefühl/ Textur.....	94
4.2	Rangordnungsprüfung.....	95
4.2.1	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	95
4.2.2	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	96
4.3	Diskussion.....	98
4.3.1	Einfluss des Kakaogehalts auf die sensorischen Eigenschaften der Schokoladen	98
4.3.2	Einfluss der Kakaobohne auf die sensorischen Eigenschaften der Schokolade 99	
4.3.3	Ernährungswissenschaftliche Betrachtung der Schokoladenbestandteile und deren Einflussnahme auf die sensorischen Eigenschaften der Schokoladen	100
4.3.3.1	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	100
4.3.3.2	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	104
4.3.4	Einfluss der Schokoladenattribute auf die Präferenz der Konsumenten.....	109
4.3.4.1	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	110
4.3.4.2	Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	111
5	SCHLUSSBETRACHTUNG	113
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	117
7	SUMMARY.....	119
8	LITERATURVERZEICHNIS	121
9	ANHANG	131
	LEBENS LAUF	143

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Längsschnitt durch eine Kakaofrucht [LIEBEREI und REISDORFF, 2007].....	5
Abbildung 2: Technologie der Kakaoverarbeitung [EBERMANN und ELMADFA, 2008].....	7
Abbildung 3: Chemische Veränderungen in der Kakaobohne während der Fermentation [LOPEZ, 1986].....	9
Abbildung 4: Rohkakaovermahlung in Europa zwischen 1999-2009 (in Millionen Tonnen) [modifiziert nach ECA, 2009]	17
Abbildung 5: Verzehr/Vermahlung von Kakaobohnen weltweit (in tausend Tonnen) [modifiziert nach ICCO, 2008]	19
Abbildung 6: Verarbeitung von Rohkakao (in tausend Tonnen) weltweit (Auszug diverser Ländern) 2005/06 [modifiziert nach ICCO, 2008]	19
Abbildung 7: Jährlicher Schokoladenkonsum pro Kopf (in kg) im Jahr 2007 (ausgenommen Schweiz: 2008) [ICA, 2007; CHOCOSUISSE, 2008].....	21
Abbildung 8: Flavonoid-Grundgerüst	27
[http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/phytochemicals/flavonoids/basicflav.html] .	27
Abbildung 9: Flavanol- und Procyanidingehalt verschiedener Lebensmittel per 100 g [modifiziert nach STEINBERG et al., 2003].....	32
Abbildung 10: Beitrag der Kakaoprodukte (in Prozent) zur Cadmium-Gesamtaufnahme aller Personengruppen in Österreich [modifiziert nach ELMADFA und BURGER, 1999].....	35
Abbildung 11: Antioxidative Aktivität (ORAC) verschiedener Lebensmittel [modifiziert nach STEINBERG et al., 2003].....	37
Abbildung 12: Kardiovaskuläre Effekte dunkler Schokolade [LIPPI et al., 2009]	38
Abbildung 13: Schokoladensorten der verwendeten Hersteller	50
Abbildung 14: Produktprofile der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	65
Abbildung 15: Zusammenhang zwischen dem Schokolade- und Kakaogeruch der untersuchten Schokoladen.....	67
Abbildung 16: Süßer Geschmack der untersuchten Schokoladen	69

Abbildung 17: Bitterer Geschmack der untersuchten Schokoladen.....	69
Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Schokoladen- und Kakao-Flavor sowie Kakao- und röstigem Flavor der untersuchten Schokoladen	71
Abbildung 19: Zusammenhang zwischen süßem Geschmack und Karamell-Flavor der untersuchten Schokoladen	72
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen den Flavor-Attributen rauchig und erdig der untersuchten Schokoladen	73
Abbildung 21: Zusammenhang zwischen den Geruchs- und Flavor-Attributen röstig, fruchtig, Karamell, erdig und Karton der untersuchten Schokoladen .	74
Abbildung 22: Zusammenhang zwischen den Attributen bitter und Adstringenz sowie Mundbelag und Adstringenz der untersuchten Schokoladen	75
Abbildung 23: Zusammenhang zwischen Härte und Schmelzgeschwindigkeit der untersuchten Schokoladen.....	76
Abbildung 24: Ausprägung der Nachgeschmacks-Attribute allgemein, bitter und Kakao der untersuchten Schokoladen.....	77
Abbildung 25: Zusammenhang zwischen dem Flavor- und Nachgeschmacks- Attribut Kakao der untersuchten Schokoladen	78
Abbildung 26: Zusammenhang zwischen dem Geschmacks- und Nachgeschmacks- Attribut bitter der untersuchten Schokoladen	78
Abbildung 27: Produktprofile der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	79
Abbildung 28: Zusammenhang zwischen dem Schokolade- und Kakaogeruch der untersuchten Schokoladen.....	81
Abbildung 29: Zusammenhang zwischen süßem und bitteren Geschmack der untersuchten Schokoladen.....	82
Abbildung 30: Zusammenhang zwischen süßem Geschmack und Karamell-Flavor der untersuchten Schokoladen	84
Abbildung 31: Zusammenhang zwischen rauchigem und erdigem Flavor der untersuchten Schokoladen.....	85
Abbildung 32: Zusammenhang zwischen den Geruchs- und Flavor-Attributen Kakao, röstig, fruchtig, erdig und Karton der untersuchten Schokoladen	86

Abbildung 33: Zusammenhang zwischen bitteren Geschmack und adstringierenden Mundgefühl der untersuchten Schokoladen.....	87
Abbildung 34: Zusammenhang zwischen den Attributen Härte und Schmelzgeschwindigkeit der untersuchten Schokoladen	88
Abbildung 35: Zusammenhang zwischen den Nachgeschmacks-Attributen allgemein und Kakao der untersuchten Schokoladen.....	89
Abbildung 36: Zusammenhang zwischen bitterem Geschmack und Nachgeschmack der untersuchten Schokoladen	90
Abbildung 37: Zusammenhang zwischen Kakao-Flavor und Nachgeschmack der untersuchten Schokoladen.....	90
Abbildung 38: Vergleich der Aussehensattribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %	91
Abbildung 39: Vergleich der Geruchs-Attribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %	92
Abbildung 40: Vergleich der Geschmacks-, Flavor- und Nachgeschmacks-Attribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %	93
Abbildung 41: Vergleich der Mundgefühl/Textur-Attribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %	94
Abbildung 42: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % (n=60).....	95
Abbildung 43: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % (n=60).....	97
Abbildung 44: Ausprägung der Härte, des süßen Geschmacks und des Karamell-Flavors in Abhängigkeit vom Zuckergehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 70%)	103
Abbildung 45: Ausprägung der Schmelzgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Fettgehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 70%).....	104
Abbildung 46: Ausprägung der Härte, des süßen Geschmacks und des Karamell-Flavors in Abhängigkeit vom Zuckergehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 85%)	107

Abbildung 47: Ausprägung des bitteren Geschmacks, röstigen Flavors sowie der Glattheit in Abhängigkeit vom Zuckergehalt [g/100g] der Schokoladen <i>B</i>, <i>C</i> und <i>D</i> (Kakaoanteil = 85%).....	108
Abbildung 48: Ausprägung der Schmelzgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Fettgehalt [g/100g] der Schokoladen <i>B</i>, <i>C</i> und <i>D</i> (Kakaoanteil = 85%).....	109
Abbildung 49: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der Schokoladen mit unterschiedlichem Kakaogehalt (70 % vs. 85 %).....	110

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Weltproduktion von Kakao [modifiziert nach ICCO, 2010]	6
Tabelle 2: Zusammensetzung der vier Schokoladensorten [BMGFJ – ÖLMB Kapitel B15, 1996]	22
Tabelle 3: Durchschnittliche Zusammensetzung von fermentierten Kakaobohnen in Prozent [modifiziert nach EBERMANN und ELMADFA, 2008; FRANZKE, 1996].....	23
Tabelle 4: Nährstoffzusammensetzung, D-A-CH-Referenzwerte und GDA einer 100 g Tafel dunkle Schokolade [EUFIC, 2007; USDA, 2009]	30
Tabelle 5 : Erwünschte Qualität zur schnellen Evaluierung von Schokolade [HOSKIN, 1994]	42
Tabelle 6: Beitrag verschiedener Verbindungen zum bitteren Geschmack bzw. Adstringenz von Kakaonibs [modifiziert nach STARK et al., 2006; BELITZ et al., 2008].....	46
Tabelle 7: Zutatenliste der verschiedenen Schokoladensorten.....	51
Tabelle 8: Nährwertangaben (per 100 g) der Schokoladen B, C und D (70 % Kakaoanteil).....	52
Tabelle 9: Nährwertangaben (per 100 g) der Schokoladen B, C und D (85 % Kakaoanteil).....	53
Tabelle 10: Herkunftsland der Kakaobohnen der untersuchten Schokoladen A, B, C und D.....	53
Tabelle 11: Attributenliste für die Beurteilung der dunklen Schokoladen	55
Tabelle 12: Analysenprotokoll für die Quantitative Deskriptive Analyse.....	59
Tabelle 13: Codierung der dunklen Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	61
Tabelle 14: Codierung der dunklen Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	61
Tabelle 15: Protokoll der Rangordnungsprüfung.....	63
Tabelle 16: Positive Korrelation der Geruchs- und Flavor-Attribute (Kakaoanteil = 70 %)	73

Tabelle 17: Positive Korrelation der Geruchs- und Flavor-Attribute (Kakaoanteil = 85 %)	85
Tabelle 18: Nährwertvergleich [g/Portion] der Schokoladen <i>B</i>, <i>C</i> und <i>D</i> mit einem Kakaoanteil von 70 %	100
Tabelle 19: Mittlerer Nährstoffgehalt pro Portion (25 g) der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 70 % sowie Prozent des Richtwerts für die Tageszufuhr (% GDA)	101
Tabelle 20: Nährwertvergleich [g/Portion] der Schokoladen <i>B</i>, <i>C</i> und <i>D</i> mit einem Kakaoanteil von 85 %	105
Tabelle 21: Mittlerer Nährstoffgehalt pro Portion (25 g) der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % sowie Prozent des Richtwerts für die Tageszufuhr (% GDA)	105
Tabelle 22: Attributenliste für die Evaluierung (deutsch/englisch)	131
Tabelle 23: Mittelwerte jedes Panellisten aus zwei Wiederholungen der Quantitativen Deskriptiven Analyse von Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	136
Tabelle 24: Mittelwerte jedes Panellisten aus zwei Wiederholungen der Quantitativen Deskriptiven Analyse von Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	137
Tabelle 25: Mittelwerte der Attribute mit einem Kakaoanteil von 70 % bzw. 85 % der untersuchten Schokoladen <i>A</i>, <i>B</i>, <i>C</i> und <i>D</i>	138
Tabelle 26: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung für Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %	139
Tabelle 27: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung für Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %	141

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A	Schokolade Berger
Ala	Alanin
B	Schokolade Rapunzel
C	Schokolade Lindt & Sprüngli
D	Schokolade Suchard
GER	Geruch
GES	Geschmack
FL	Flavor
HDL-C	High-Density-Lipoprotein-Cholesterin
IL	Interleukin
Ile	Isoleucin
LDL-C	Low-Density-Lipoprotein-Cholesterin
Leu	Leucin
ORAC	Oxygen Radical Absorbing Capacity (antioxidative Kapazität)
NG	Nachgeschmack
Nrf2	Nuclear factor erythroid 2-related factor 2
QDA	Quantitative Deskriptive Analyse
Pro	Prolin
TGF	Transforming growth factor
TNF	Tumornekrosefaktor
TAC	Totale Antioxidative Kapazität
Val	Valin

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

In den letzten Jahren hat das Angebot an verschiedenen Sorten dunkler Schokolade mit hohem Kakaogehalt am Markt stark zugenommen. Parallel dazu kam sie auch vermehrt in Diskussion, da sich viele Humanstudien ihrer Inhaltsstoffe genauer annahmen. Konkret handelt es sich dabei um die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe (insbesondere die Polyphenole) der Kakaobohne, denen diverse positive Wirkungen auf den Organismus nachgesprochen werden. Mit diesen Erkenntnissen wird teilweise auf den Schokoladeverpackungen bewusst geworben.

Dies manifestiert sich auch in der steigenden Nachfrage dunkler Schokolade mit hohem Kakaoanteil. Konsumentenerhebungen in Europa ergaben, dass auch die Nachfrage nach Schokolade mit wissenschaftlich abgesicherten Gesundheitsvorteilen steigt (so genanntes „Functional Food“). Dieser Tatsache gehen derzeit die zwei weltweit führenden Schokoladenhersteller (Barry Callebaut und Mars) nach, indem sie in naher Zukunft Schokoladen mit hohem Flavonoidgehalt produzieren werden, die über einen einheitlichen Mindestanteil an Flavonoiden verfügen werden [BARRY CALLEBAUT und MARS, 2010].

Dunkle Schokolade zeichnet sich aber auch durch eine Vielzahl anderer Inhaltsstoffe aus, die ernährungsphysiologisch wertvoll sind – z.B. Mineralstoffe [BECKETT, 2008].

Es ist anzunehmen, dass für den Großteil der Gesellschaft beim Kauf einer Tafel dunkler Schokolade der Genusswert eine größere Rolle spielt als der Gesundheitswert. Die sensorischen Eigenschaften beeinflussen daher wesentlich die Sortimentauswahl. Ob jemandem die Schokolade – im wahrsten Sinne des Wortes – „auf der Zunge zergeht“ hängt nicht nur von der Kakaobohnensorte, sondern auch von den weiteren Verarbeitungsschritten (z.B. Fermentation, Röstung etc.) ab. Das heißt, bereits während der Herstellung dunkler Schokolade übt der Produzent einen großen Einfluss auf die sensorische Qualität seiner Schokolade aus.

Ziel vorliegender Arbeit war es festzustellen, inwieweit der Kakaogehalt die sensorischen Eigenschaften dunkler Schokolade beeinflusst. Dafür wurden Schokoladensorten mit unterschiedlichem Kakaoanteil (70 % und 85 %) von vier Herstellern sensorisch mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse evaluiert. Einerseits wurden Schokoladen mit gleichem Kakaogehalt sensorisch untersucht, um Unterschiede zwischen den Schokoladenherstellern festzustellen. Andererseits war es möglich – in Abhängigkeit vom Kakaogehalt – die Attribute der beiden Schokoladensorten zu vergleichen.

Abschließend wurde mittels Rangordnungsprüfung ermittelt, welche Schokolade innerhalb einer Schokoladensorte die Konsumenten präferierten.

2 LITERATURÜBERBLICK

2.1 Kakaobohne

2.1.1 Botanische Grundlagen

Der Kakaobaum *Theobroma cacao* L. gehört der Familie der *Sterculiaceae* an. Dieses streng tropische Gewächs benötigt eine Durchschnittstemperatur von 24 bis 28 °C. Der Baum kann 4 bis 8 Meter hoch werden und muss im Halbschatten kultiviert werden. Genutzt werden seine Samen und Keimblätter. Die Früchte des Kakaos sind bei der Reife Trockenbeeren mit 50 bis 60 Samen [LIEBEREI und REISDORFF, 2007].

Der Baum benötigt das ganze Jahr über Feuchtigkeit und muss daher in trockenen Jahreszeiten bewässert werden. Der Same ist maximal 3 Monate keimfähig und somit von begrenzter Lebensdauer [CEO und CEO, 1997].

Als Kakaobohne bezeichnet man jene Samen der *Theobroma cacao* L., die vom Fruchtfleisch befreit, fermentiert und getrocknet wurden [FRANZKE, 1996].

2.1.2 Sorten

Botanisch werden zwei Arten von Kakaobäumen unterschieden, mit einem – nach Kakaosorte – charakteristischem Aussehen und Form der Früchte, sowie Farbe und Aroma der Bohnen [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Forastero:

Die so genannte „Basisbohne“ wird vor allem in Brasilien, Westafrika und Indonesien kultiviert. Sie hat eine dunkle, purpurne Farbe und ist sehr widerstandsfähig, wodurch sie einen höheren Ertrag bringt. Aus ihr stammen 90% der Welternte – sie macht somit den Hauptanteil der verarbeiteten Schokoladen aus [MORTON und MORTON, 1995].

Da sie im Geschmack eher herb, gelegentlich adstringierend ist und ein kräftiges Kakaoaroma besitzt, wird sie auch als „Konsumkakaobohne“ bezeichnet. Der

Koffeingehalt der Samen beträgt $< 0,2 \%$ und sie enthält auch weniger Aromastoffe als die Criollo-Bohne [LIEBEREI und REISDORFF, 2007; FRANZKE, 1996].

Criollo:

Sie ist sozusagen die „Geschmacksbohne“. Sie wird hauptsächlich in Mittelamerika kultiviert und hat eine gelb-weiße Farbe. Da sie allerdings wetterempfindlich und anfällig für Krankheiten ist, ist die Criollo-Bohne auch ein teures Gut und wird daher seltener angebaut. Sie findet vor allem Verwendung für die Herstellung feiner Schokoladen [MORTON und MORTON, 1995]. Aufgrund ihres milden, angenehm bitteren Geschmacks, wird sie zu den Edelkakaobohnen gezählt. Ihr Aroma reicht von fruchtig über blumig, weinähnlich bis würzig. Ihr Koffeingehalt beträgt bis zu 2% [LIEBEREI und REISDORFF, 2007; FRANZKE, 1996].

Trinitario:

Diese Bohne ist eine Kreuzung aus den Forastero- und Criolloarten [LIEBEREI und REISDORFF, 2007]. Sie wird ebenfalls zu den Edelkakaobohnen gezählt.

Allgemein werden zu den Edelkakaobohnen vor allem Bohnen aus Ecuador (Arriba), Mexiko, Trinidad, Grenada, Java, Samoa und Sri Lanka gezählt [FRANZKE, 1996].

Folgende Länder wurden als Exporteure von feinem oder Flavor-Kakao vom *International Cocoa Council* anerkannt: Kolumbien, Costa Rica, Dominikanische Republik, Ecuador, Grenada, Indonesien, Jamaika, Madagaskar, Papa Neuguinea, Peru, Santa Lucia, São Tomé und Príncipe, Trinidad und Tobago sowie Venezuela [ICCO, 2008].

2.1.3 Anbau und Ernte

Der Kakaobaum ist im tropischen Amerika heimisch. Heutzutage stammt jedoch die Hälfte der Weltproduktion des Kakaos aus Zentral- und Westafrika, obwohl er dort erst

Ende des 19. Jahrhunderts kultiviert wurde [EBERMANN und ELMADFA, 2008; LIEBEREI und REISDORFF, 2007].

Er wächst prinzipiell zwischen dem zehnten Breitengrad südlich und nördlich des Äquators. Da der Kakaobaum eine lichtempfindliche Pflanze ist, wird er nur unter größeren Bäumen gepflanzt die ihm ausreichend Schatten spenden können. Geerntet wird das ganze Jahr über, mit zwei Haupternten. Ihren maximalen Ertrag erbringen die Pflanzen erst nach 8 Jahren, den sie dann aber drei Jahrzehnte beibehalten [MORTON und MORTON, 1995].

Die vollreife Kakaofrucht ist erst ab dem vierten Jahr erntbar und enthält dann 20 bis 50 Samen (Kakaobohnen), die im weißen Fruchtfleisch (Pulpa) eingebettet sind [EBERMANN und ELMADFA, 2008] (Abbildung 1).

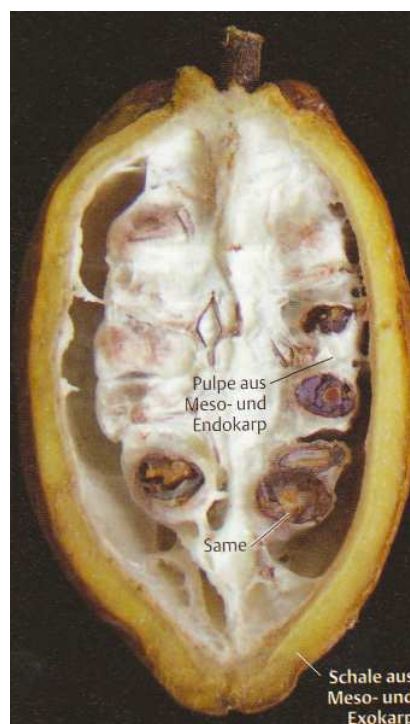


Abbildung 1: Längsschnitt durch eine Kakaofrucht [LIEBEREI und REISDORFF, 2007]

2.1.4 Weltproduktion

Die jährliche Kakaobohnenproduktion beläuft sich weltweit derzeit (2010) auf 3,5 Millionen Tonnen. Afrika war im Jahr 2008/2009 mit 69,9% führender Anbaukontinent. Die Elfenbeinküste war für den Großteil der Produktion verantwortlich – insgesamt 2488 tausend Tonnen. An zweiter Stelle der Weltproduktion rangiert Asien mit Ozeanien – hauptsächlich Indonesien – (16,7 %). An dritter Stelle liegt Lateinamerika mit 13,4 %. Für die Periode 2009/10 soll nach Prognose der ICCO (*International Cocoa Organization*) Afrikas Anteil an der Weltproduktion minimal zurückgehen und jener von Lateinamerika sowie Asien mit Ozeanien leicht steigen [ICCO, 2010] (Tabelle 1).

Tabelle 1: Weltproduktion von Kakao [modifiziert nach ICCO, 2010]

Kakaobohnenproduktion (in tausend Tonnen)						
	2007/08		2008/09		Prognose 2009/10	
Afrika	2683	72,2 %	2488	69,9 %	2492	69,3 %
Kamerun	185		210		200	
Elfenbeinküste	1382		1223		1200	
Ghana	729		662		675	
Nigeria	220		240		260	
Andere	167		153		157	
Lateinamerika	444	11,9 %	478	13,4 %	502	13,9 %
Brasilien	171		157		160	
Ecuador	111		130		140	
Andere	163		191		202	
Asien & Ozeanien	591	15,9 %	594	16,7 %	604	16,8 %
Indonesien	485		490		500	
Papa Neuguinea	52		55		55	
Andere	54		49		49	
Welt insgesamt	3718	100 %	3560	100%	3597	100%

2.1.5 Verarbeitung der Kakaobohne

Die Kakaofrüchte reifen nach ca. 5 bis 6 Monaten und werden dann abgeschnitten. Zum Zeitpunkt der Ernte sind die Samen noch nicht aromatisch. Nach der Ernte der Samen und anschließender Öffnung der Früchte folgen diverse Verarbeitungsschritte (Abbildung 2).

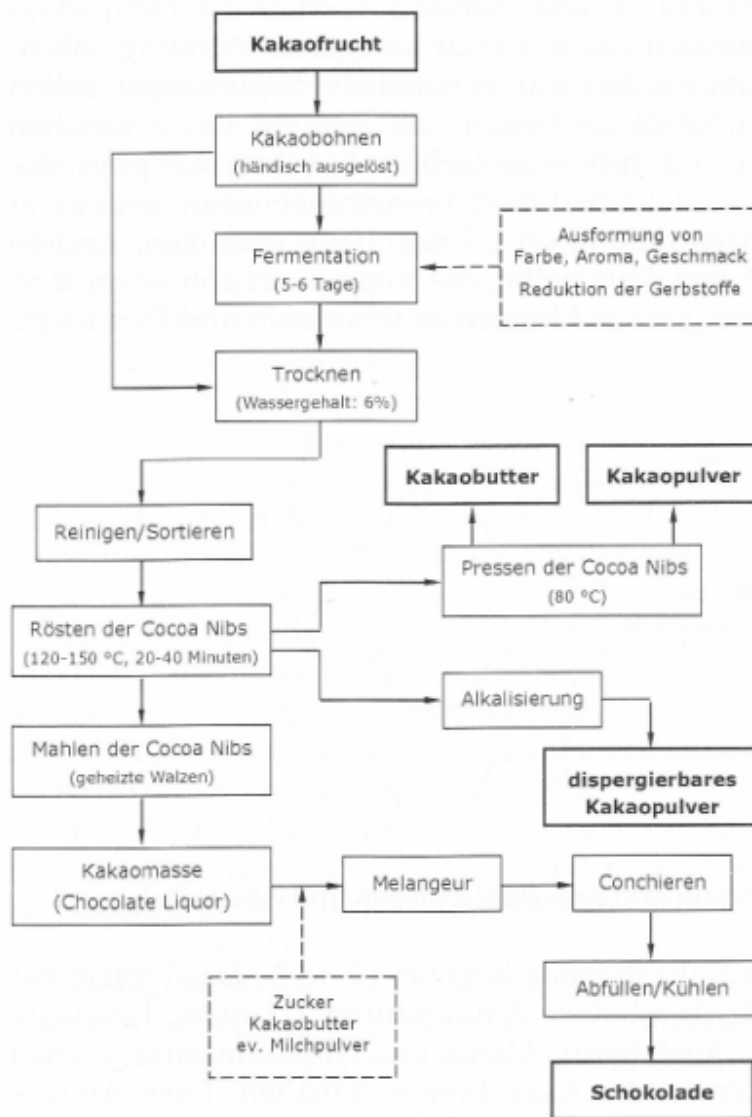


Abbildung 2: Technologie der Kakaoverarbeitung [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

2.1.5.1 Fermentation

Zu Beginn werden die Schoten aufgeschlitzt und die Samen, die von der Pulpa umgeben sind, herausgeholt. Sodann werden Bananenblätter am Boden ausgebreitet, die Bohnen darauf gelegt und anschließend eine zweite Schicht Bananenblätter darüber gelegt. Moderne Arbeitsweisen fermentieren in so genannten „Fermentationskisten“.

Während der Fermentation, die 2 bis 6 Tage dauert und bei ca. 50 °C stattfindet, entstehen bestimmte chemische Verbindungen (Aromen- und Geschmacksvorläufer). Die Farbe ändert sich (die Bohnen werden dunkler) und der Wassergehalt nimmt ab – und zwar bis zu einem Wassergehalt von 60 % [MORTON und MORTON, 1995].

Ziel der Fermentation ist einerseits das noch anhaftende Fruchtfleisch zu beseitigen und andererseits den Samen abzutöten [FRANZKE, 1996].

Sie ist ausschlaggebend für die Ausbildung der Qualitätsmerkmale Farbe, Geruch und Geschmack und trägt wesentlich zur besseren Lagerfähigkeit bei. Im Lauf der Fermentation werden Proteine und phenolische Inhaltsstoffe (z.B. Catechine) teilweise oxidiert, die in weiterer Folge miteinander reagieren, und somit zur Vermehrung der Inhaltsstoffe beitragen. Der Gerbstoffgehalt geht dabei um 50 % zurück (von 13 bis 20 % auf 5 bis 8 %). Eine Reihe an Polyphenoloxidasen, Peroxidasen und hydrolytischen Enzymen werden während der Fermentation aktiv, z.B. Amylasen und Enzyme, die Essigsäure, Milchsäure und Zitronensäure bilden, sowie auch Proteasen [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Insbesondere die Polyphenoloxidasen tragen wesentlich zur Bildung von Geruchs-, Geschmacks- und Farbstoffen bzw. deren Vorstufen bei [FRANZKE, 1996].

Die entstehenden Phenoloxidaationsprodukte reagieren mit Aminosäuren und Peptiden zu wasserunlöslichen violett-braunen Phlobaphenen, die für die charakteristische Farbe der fermentierten Kakaobohne verantwortlich sind (Kakaobraun- bzw. rot). Der Rückgang an löslichen phenolischen Verbindungen vermindert den herben Geschmack und die Adstringenz [BELITZ et al., 2008].

Abbildung 3 macht die chemischen Veränderungen, die während der Fermentation ablaufen, deutlich.

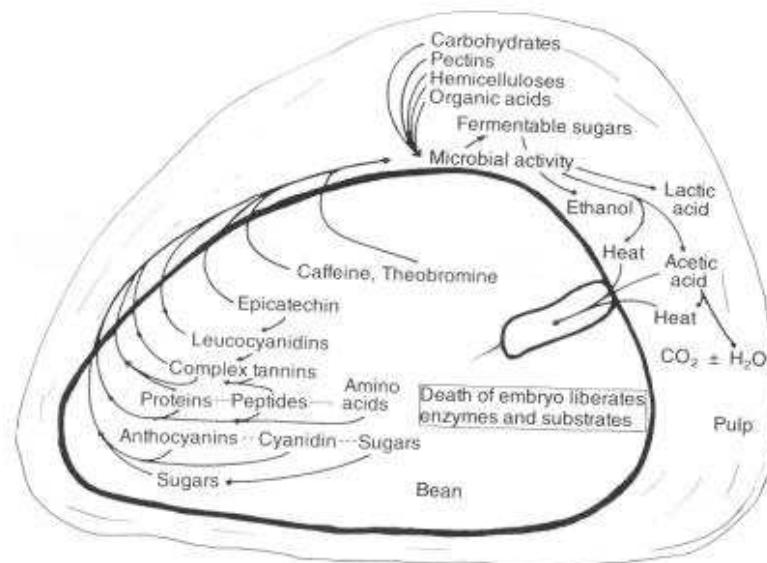


Abbildung 3: Chemische Veränderungen in der Kakaobohne während der Fermentation [LOPEZ, 1986]

2.1.5.1.1 Mikrobielle Aspekte der Fermentation

Für den Abbau der Pulpa sind Mikroorganismen verantwortlich, deren Aktivitäten das Absterben der Bohnen bewirken. Weiters entwickeln sie eine Umgebung, die die Bildung von Kakaoaromenvorläufer begünstigt. Die Pulpa ist ein exzellentes Medium für das Mikroorganismenwachstum, da sie zu 10 bis 15 % aus Zucker besteht. Nach Entfernung der Samen von der Schote, wird die Pulpa mit einer Vielzahl an Mikroorganismen beimpft. Mikrobiologisch lässt sich die Fermentation in drei Stadien einteilen:

1. Anaerobe Hefen: In den ersten 24 bis 36 Stunden und unter niedrigen Sauerstoff-Bedingungen sowie einem pH-Wert unter 4, konvertieren Hefen Zucker in Alkohol. Das Absterben der Samen tritt für gewöhnlich am zweiten Tag ein und wird durch Essigsäure und Alkohol verursacht (die Erhöhung der Temperatur ist zu vernachlässigen).

2. Milchsäurebakterien: Sind von Beginn der Fermentation an präsent, aber nur zwischen 48 und 96 Stunden dominant. Sie konvertieren Zucker und einige organische Säuren in Milchsäure.
3. Essigsäurebakterien: Sie sind vor allem am Ende der Fermentation aktiv, wenn die Luftzufuhr erhöht ist, und konvertieren Alkohol in Essigsäure. Dieser Vorgang ist eine streng exotherme Reaktion, die hauptverantwortlich für den Temperaturanstieg ist (50 °C oder mehr).

Die eingesetzten Mikroorganismen-Typen variieren von Fermentation zu Fermentation sowie zwischen den verschiedenen Regionen [FOWLER, 1999].

2.1.5.2 Trocknung

Anschließend müssen die Bohnen im Sonnenlicht getrocknet werden, um sie vor Fäulnis zu schützen und transportfähig zu machen. Dies bewirkt eine erneute Farbverdunklung der Bohnen, ein intensiveres Aroma, und eine Reduktion des Wassergehalts auf 5 bis 8 %. Anschließend werden sie in Jutesäcke verpackt und weltweit zu den Schokoladenfabriken transportiert [MORTON und MORTON, 1995]. Der getrocknete Kakao wird dann als *Rohkakao* (Handelsname) bezeichnet [LIEBEREI und REISDORFF, 2007].

Alternativ können die Bohnen auch künstlich getrocknet werden. Dies bringt jedoch zwei Probleme mit sich:

- 1) bei zu schneller Trocknung entsteht ein saurer Geschmack
- 2) der entstehende Rauch lagert sich auf den Bohnen ab, wodurch ein unangenehm herber, rauchiger oder teerartiger Flavor entsteht, der während der Schokoladenherstellung nicht wieder beseitigt werden kann.

Aufgrunddessen ist die Nachfrage dieser Bohnen gering, weshalb sie auch billiger sind.

2.1.5.3 Lagerung

Um die Kakaobohne während der Lagerung vor Schimmelbefall zu schützen, darf der Feuchtigkeitsgehalt der Bohne 8 % nicht überschreiten. Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt kann aus inadäquater Trocknung, Feuchtigkeitsaufnahme durch feuchte Luft und

undichten Lagern resultieren. Die getrockneten Bohnen werden in Jutesäcken (oder Sisal) in trockenen und durchlüfteten Lagerhallen, nicht am Boden und abseits von Wänden, gelagert [FOWLER, 1999].

2.1.5.4 Reinigung

Mittels verschiedener Maschinen (Bürstenwalzen, Aspiatore, Magnetbänder) werden die Bohnen sorgfältig gereinigt sowie der Größe nach sortiert. Fehlerhafte Stücke werden dabei ausgesiebt. Einwandfreie Bohnen sollten eine einheitlich braune Farbe besitzen, und das Kotyledon sollte leicht in Bruchstücke zerfallen [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

2.1.5.5 Röstung

Üblicherweise werden die Kakaobohnen bei Temperaturen von 120 bis 150 °C für 20 bis 40 Minuten geröstet – gleichzeitig sinkt der Wassergehalt auf ca. 2 %.

In einem zweistufigen Verfahren werden die getrockneten Bohnen gebrochen und die Schalen mittels Gebläse oder spezieller Zentrifugen entfernt. Der dadurch entstandene Kakaokernbruch (Kakaonibs) wird anschließend fertig geröstet [EBERMANN und ELMADFA, 2008; FRANZKE, 1996].

Im Zuge der Röstung kommt es zu enzymatischen und thermischen Reaktionen, die das Aroma und die Farbe weiter verstärken und die Abtrennung des Kerns von der Schale erleichtern [BELITZ et al., 2008].

2.1.5.6 Vermahlung

Die Vermahlung erfolgt bei Temperaturen von ca. 50 °C durch geheizte Walzen. Die Hitze bewirkt eine Schmelzung. Nach anschließender Abkühlung wird die geschmolzene Masse wieder hart; das Endprodukt ist die Kakaomasse [LIEBEREI und REISDORFF, 2007; MORTON und MORTON, 1995].

2.1.5.7 Alkalisierung („Dutching“)

Die Kakaomasse, die in der Industrie verwendet wird, wird in der Regel aus alkalierten Kakaokernen gewonnen. Um die leicht sauren Kakaobohnen zu neutralisieren wird der Kakaokernbruch mit einer alkalischen Lösung behandelt, was zu dunklerer Farbe und milderem Geschmack führt.

Die Alkalisierung erfolgt durch Zugabe einer Alkalilösung (üblicherweise Pottasche). Ein Nachteil der Alkalisierung ist die Möglichkeit der Seifenbildung und/oder der Umesterung der Kakaobutter in den Kakaokernen [MEURSING und ZIJDERVELD, 1999].

Die Menge Alkali, die im Produkt erlaubt ist, ist durch das Lebensmittelrecht limitiert. In Österreich ist der Alkalizusatz auf 5 % der fettfreien trockenen Masse begrenzt. Die Zugabe von maximal 0,5 % Zitronensäure oder Weinsäure nach der Alkalisierung ist ebenfalls zugelassen [BMGFJ – ÖLMB Kapitel B15, 1996].

Der Kakaomasse wird anschließend Zucker und Kakaobutter zugegeben, im Melangeur vermischt, und conchiert (Abbildung 2).

2.1.5.8 Conchieren

Darunter versteht man das Vermischen der Schokoladenmasse in so genannten Reibmaschinen bei Temperaturen zwischen 60 und 85 °C. Dies bewirkt, dass die Masse gründlich verrührt und der Geschmack abgerundet wird, indem niedrige Säuren (z. B. Essigsäure) entfernt werden [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Das Conchieren hat somit drei Ziele:

1) Optimierung von fließenden Eigenschaften

Dies geschieht mittels Rollwalzen oder einem Hammerwerk, welche die Schokoladenmasse in eine bröckelige Paste oder Pulver zerreiben.

Das Mischen bewirkt eine Umhüllung der fettfreien Oberflächen mit Fett, was fließende Eigenschaften schafft. Dadurch wird die Schokoladenoberfläche kontinuierlich verändert, wodurch – gekoppelt mit Erhitzung und Ventilation – flüchtige Komponenten austreten. Der Masse wird somit Feuchtigkeit entzogen und gleichzeitig

homogenisiert, wodurch es zu einer Viskositätsveränderung kommt – eines der wichtigsten Ziele des Conchierens. Um die Viskosität zu reduzieren, kann mehr Fett zugegeben werden, was jedoch unökonomisch ist. Üblicherweise verwendet man daher Emulgatoren (vor allem Sojalecithin), die am Ende des Conchierens beigemischt werden.

2) Flavor-Entwicklung

Conchieren ist die letzte Möglichkeit für einen Schokoladenhersteller den gewünschten Geschmack für ein bestimmtes Produkt zu erhalten. Es kann aber zuvor entstandene Fehler nicht ausgleichen. Die Kakaomasse besitzt nach dem Rösten einen relativ sauren Geschmack, welchen die meisten Menschen als unangenehm empfinden. Zudem besitzt sie noch viele unerwünschte chemische Komponenten, welche den sauren Geschmack und das adstringierende Mundgefühl steigern. Ziel des Conchierens ist es daher, den Geschmack so zu modifizieren, dass unerwünschte Bestandteile vernichtet werden, und sich gleichzeitig angenehme entwickeln. Dies wird durch langes Mischen der Schokoladenmasse und damit einhergehendem Austritt an flüchtigen (sauren) Verbindungen bewirkt.

3) Temperaturkontrolle

Grobkörnige Schokolade kann vermieden werden, indem die Temperatur der Schokoladenmasse so hoch gehalten wird, dass Fett zu schmelzen beginnt, jedoch kein Wasser verdunstet [BECKETT, 1999].

Im Laufe des gesamten Prozesses ist es unerlässlich, dass nicht zu lange conchiert wird, da sich dies negativ auf den Geschmack auswirkt [BECKETT, 2008].

2.1.5.9 Tempern

Das Herstellungsverfahren der Schokolade ist dann beendet, wenn diese Masse einem aufwendigen Abkühlungs- und Kristallisationsprozess, dem so genannten „Tempern“ unterzogen wird. Dazu wird die Schokolade von 50 °C innerhalb kürzester Zeit auf 18 °C heruntergekühlt. Um die gewünschte β -Form der Kristallisierung zu erhalten wird

sie wieder auf 30 °C erwärmt. Ziel ist die Bildung von möglichst vielen und kleinen Fettkristallen mit möglichst hohem Schmelzpunkt. Dies bewirkt beim anschließenden Abkühlen ein homogenes, feinkristallines und bei Wärme stabiles Fettgefüge mit guten Schmelzeigenschaften und schönem Oberflächenglanz [BELITZ et al., 2008].

Für die Herstellung von Schokolade spielen Polymorphie¹, das Kontraktionsvermögen beim Übergang von der flüssigen in die feste Phase, sowie das Schmelzverhalten der Kakaobutter eine wesentliche Rolle. Allgemein werden vier Kristallmodifikationen unterschieden: eine α -, β -, β' - und γ -Form. Wesentlich für die Schokoladenherstellung ist, in welcher polymorphen Form die Schokolade kristallisiert. Meist wird die β -Form angestrebt, die durch die geeigneten Kristallisationsbedingungen (Temperatur, Geschwindigkeit und Art der Impfkristalle) am energieärmsten und bei Zimmertemperatur stabilsten ist [EBERMANN und ELMADFA, 2008; FRANZKE, 1996].

Gut temperierte Schokolade hat einen schönen Glanz und geht mit einer langen Haltbarkeit einher. Ohne Tempern wird die Schokolade matt und ist anfälliger Fettreif zu bilden. Weiters wäre es schwierig, Schokolade zu deformieren und die Wahrscheinlichkeit zur Bildung von Mulden an der Oberfläche wäre größer. Temperierte Schokolade führt außerdem dazu, dass der Kakao-Flavor optimal zur Geltung kommt und beeinflusst die Schokoladenhärte günstig [SMITH, 2006].

Bei ca. 30 °C wird die Masse anschließend in Formen gefüllt und sodann durch eine Kühlbahn geschickt. Die fertigen Tafeln fallen bei ca. 10 °C aus der Form [BELITZ et al., 2008].

¹ Polymorphie beschreibt die Eigenschaft, Fett auf verschiedene Arten zu kristallisieren [BECKETT, 2008]

2.2 Dunkle Schokolade

2.2.1 Geschichte der Schokolade

Die eigentlichen Erfinder der Schokolade waren die Mayas, die ihr Getränk stets warm genossen und es in diversen Variationen zubereiteten. Sie waren auch das erste Volk, das Kakaobohnen bereits als Zahlungsmittel nutzen. Danach waren es die Azteken, die das Schokoladengetränk herstellten. Von ihnen stammt auch das Wort „cacao“. Damals war das Getränk aber hauptsächlich für die oberen Schichten der aztekischen Gesellschaft bestimmt. Im Gegensatz zu den Mayas genossen die Azteken ihre Schokolade kalt und ungesüßt, die sie „*Xocóatl*“ nannten. Die spanischen Eroberer sahen die Schokolade später als „Heilmittel“ bzw. Medikament, dem folgende Eigenschaften nachgesprochen wurden: nahrhaft, verdauungsfördernd, anregend, aphrodisierend, wirksam gegen Hypochondrie und Schwindsucht [CEO und CEO, 1997].

1568 wurde die erste spanische Plantage in Mexiko errichtet, danach auf Santo Domingo, Jamaika, Martinique und Ecuador. In Afrika begann man erst 1822 mit dem Plantagenanbau. Wie die Schokolade nach Europa kam, darüber gehen die Meinungen auseinander. Sicher ist nur, dass die Spanier sie erstmals verbreiteten. 1585 wurde jedenfalls die erste offizielle Ladung Kakaobohnen in Spanien registriert.

Im Jahr 1591 wurde Schokolade zum ersten Mal „wissenschaftlich“ untersucht, da ihr bereits viele Heilwirkungen nachgesagt wurden. Zu jener Zeit bestand das typische Kakaogetränk hauptsächlich aus Kakao, Wasser und Piment [BAILLEUX und BAVOILLOT, 1996].

In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts war heiße Schokolade auf den spanischen Höfen überaus bekannt, allerdings begann man ab jener Zeit das Getränk zu süßen. Die Verbreitung des elitären Getränks in Europa erfolgte durch die habsburgerische Monarchie sowie Klöster und erlangte im Zeitalter des Barocks große Bedeutung. Schokolade war aber auch zu jener Zeit nur der Oberschicht zugänglich. Erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts kam der Kakao schließlich nach England, der dort

in vielen Kaffeehäusern angeboten wurde und somit allen Bevölkerungsschichten zur Verfügung stand.

1772 kam in Nordamerika erstmals eine Maschine in der Schokoladenherstellung zum Einsatz. Im Jahr 1776 wurde in Frankreich eine hydraulische Maschine erfunden, mit der es möglich war, Kakao zu mahlen und zu Teig zu verarbeiten.

Während des 19. Jahrhunderts hatte Schokolade keinen medizinischen Stellenwert mehr. Niemand glaubte mehr an die einstige Heilwirkung und so fand die Schokolade eine schnelle Verbreitung in der Bevölkerung, ebenso die Schokoladenfabriken.

1828 begann schließlich die moderne Schokoladenverarbeitung durch Coenraad Johannes van Houten. Er ist der Erfinder des „Dutching“, indem es ihm gelang Kakaobutter von Schokolade zu trennen und somit ein Kakaopulver mit niedrigem Fettgehalt herzustellen. Damit sich das Kakaopulver aber besser mit Wasser vermischen ließ, behandelte er es mit Alkalisalzen, was der Schokolade eine dunklere Farbe und einen milderen Geschmack verlieh. Er ist somit Begründer unseres heutigen „Kakaos“. Ab diesem Zeitpunkt war Schokolade billig und in großen Mengen für die breite Masse leistbar.

Im Jahr 1849 wurde in England erstmals Schokolade in Formen gegossen und somit entstanden die ersten Schokoladentafeln. Henri Nestlé und Daniel Peter erfanden 1867 das Milchpulver (und damit die Milkschokolade). Die Erfindung des Conchierens durch Rodolphe Lindt im Jahre 1879 machte die Schokolade nun zarter und weicher. Mit Milton Hershey begann 1915 dann schließlich die Massenproduktion von Schokolade auf dem Fließband [CEO und CEO, 1997].

2.2.2 Schokoladenmarkt

Schätzungen zufolge hat dunkle Schokolade einen Marktanteil von 5 bis 10 % am Weltmarkt mit einem höheren Anteil in Kontinentaleuropa als in den Vereinigten Staaten und Großbritannien [ICCO, 2008].

2.2.2.1 Weltproduktion

Grundlage dafür bildet die Kakaoweltproduktion, die im Jahr 2009 3,6 Millionen Tonnen betrug. Wie viel davon zur Schokoladenherstellung verwendet wird, kann nur geschätzt werden. Rund zwei Drittel der Kakaobohnenproduktion wird für die Schokoladenerzeugung verwendet und ca. ein Drittel für die Kakaopulverherstellung [ICCO, 2003]. Demnach lässt sich für 2009 eine ungefähre Schokoladenweltproduktion von 2,4 Millionen Tonnen ableiten.

2.2.2.2 Europäische Produktion

Die europäische Kakaovermahlung hat in der Zeit von 1999 bis 2009 einen Zuwachs von 21,5 % erzielt (Abbildung 4). Für die europäische Schokoladenproduktion bedeutet dies einen Anstieg von ca. 14,3 % [ECA, 2009].

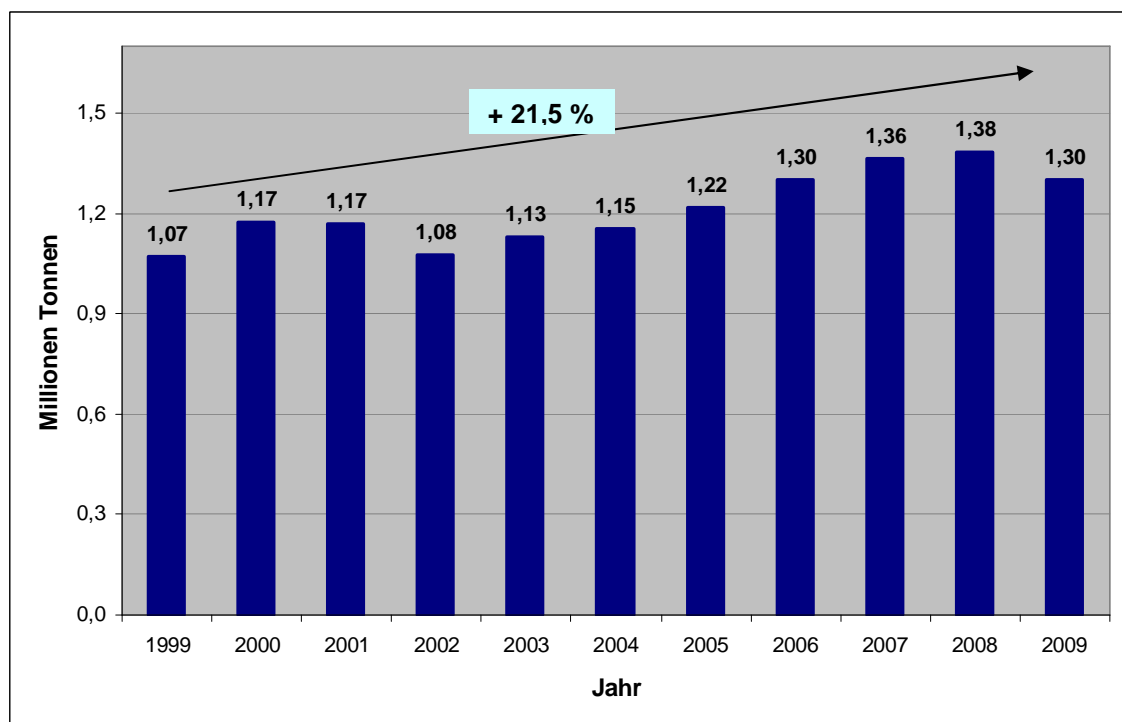


Abbildung 4: Rohkakaovermahlung in Europa zwischen 1999-2009 (in Millionen Tonnen) [modifiziert nach ECA, 2009]

2.2.2.3 Österreichische Produktion

Im Jahr 2007 wurden in Österreich Schokoladen (ungefüllt und ohne weitere Zusätze) in Form von Tafeln, Stangen oder Riegeln in einer Menge von 5 263 Tonnen produziert wofür der/die Österreicher/in im Jahr 2006 durchschnittlich 0,4 % seines monatlichen Einkommens (9,30 Euro) aufwand [STATISTIK AUSTRIA, 2006/2008].

Im Jahr 2008 wurden Schokoladenwaren im Wert von 338,9 Millionen Euro (+ 8,8 % gegenüber 2007) exportiert, die in 90 Länder der Welt geliefert wurden. Die wichtigsten Abnehmer sind Deutschland, Spanien, Slowenien, Frankreich und Polen [VERBAND DER SÜSSWARENINDUSTRIE ÖSTEREICH, 2010].

Zwischen 2003 und 2005 verdoppelte der heimische Markt (Rewe Austria Group) seinen Anteil an dunkler Schokolade. Marktforschungen ergaben, dass der Gesamtumsatz von dunkler Schokolade um rund ein Viertel pro Jahr wächst [STEINBAUER, 2006].

2.2.2.4 Verzehr

Der Verzehr an Kakaobohnen (bemessen an der Kakao-Vermahlungsmenge und somit Maßzahl für den Verbrauch) macht in Europa weltweit den größten Teil (42,7 %) aus, gefolgt von Amerika (hauptsächlich USA), Asien mit Ozeanien und Afrika. Die bedeutendsten kakaoverarbeitenden Länder sind die Niederlande und die USA – je mit einer Kakaovermahlung von ca. 400 000 Tonnen pro Jahr. Abbildung 5 und 6 verdeutlichen diese Zahlen [ICCO, 2008].

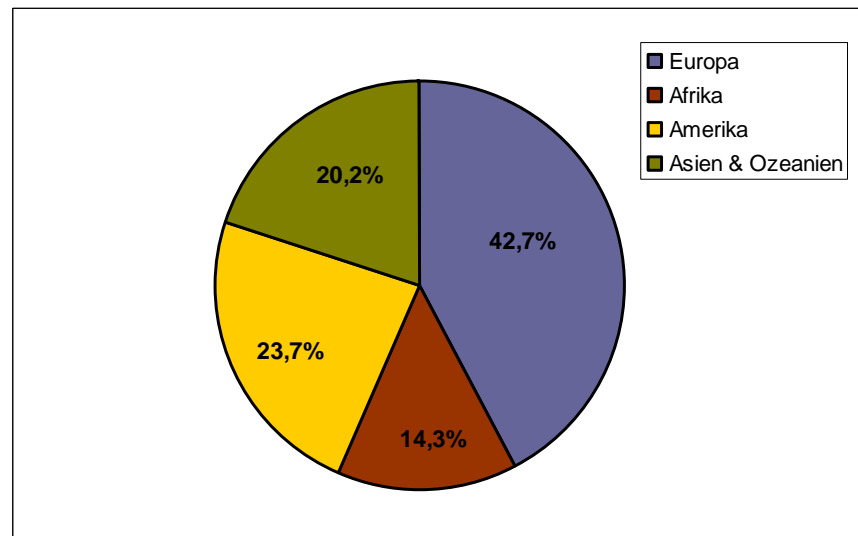


Abbildung 5: Verzehr/Vermahlung von Kakaobohnen weltweit (in tausend Tonnen) [modifiziert nach ICCO, 2008]

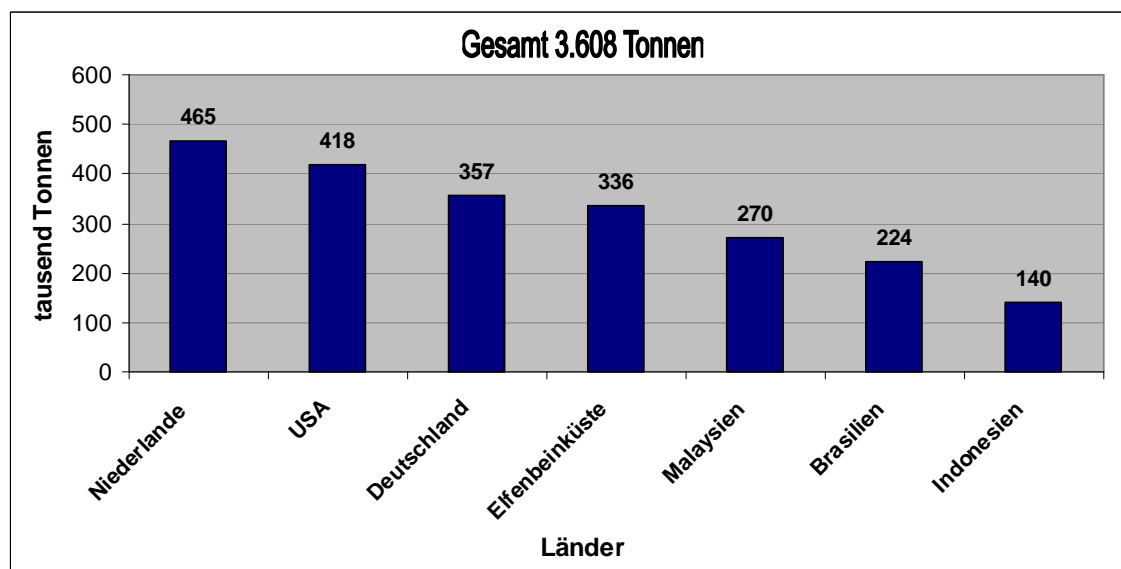


Abbildung 6: Verarbeitung von Rohkakao (in tausend Tonnen) weltweit (Auszug diverser Ländern) 2005/06 [modifiziert nach ICCO, 2008]

Im Jahr 2009 wurden in Europa 1,3 Millionen Tonnen Kakao von den Schokoladenfirmen² verarbeitet (vermahlen und/oder vertrieben) [ECA, 2009].

Im Durchschnitt isst ein Europäer etwa 5,3 kg Schokolade pro Jahr, wobei ein wesentlicher Unterschied zwischen Nordeuropa und Südeuropa zu verzeichnen ist (6:1). Dafür gibt es zwei Gründe:

- die industrielle Herstellung von Schokolade wurde in der Schweiz, Niederlande und Frankreich erfunden – daher ist der Verbrauch von jeher schon höher
- im Süden schmilzt die Schokolade hitzebedingt schneller.

In allen europäischen Ländern werden über zwei Drittel der verzehrten Schokolade zu Weihnachten, Silvester und Ostern konsumiert [BAILLEUX und BAVOILLOT, 1996].

2.2.2.4.1 Pro-Kopf-Verbrauch

Weltweit liegt die Schweiz im Pro-Kopf-Verbrauch mit 12,4 kg/Person/Jahr an erster Stelle, wobei dieser hohe Schokoladenkonsum unter anderem auf die Einkäufe der Feriengäste und Grenzgänger zurückzuführen ist. Österreich liegt mit 8,2 kg pro Person und Jahr an sechster Stelle [ICA, 2007; CHOCOSUISSE, 2008] (Abbildung 7).

² Cadbury– Cioccolato Peyrano – Euromar – Ferrero – Fuchs & Hoffmann – Hachez – Herza – Icam – Kessko – Kraft Foods – Lindt (Italy) – Ludwig – Majani – Natra – Nederland - Nestle – Schokinag – Schwartauer Werke (KVB) – Stabilimento Testa– Storck – Weinrich – Toms

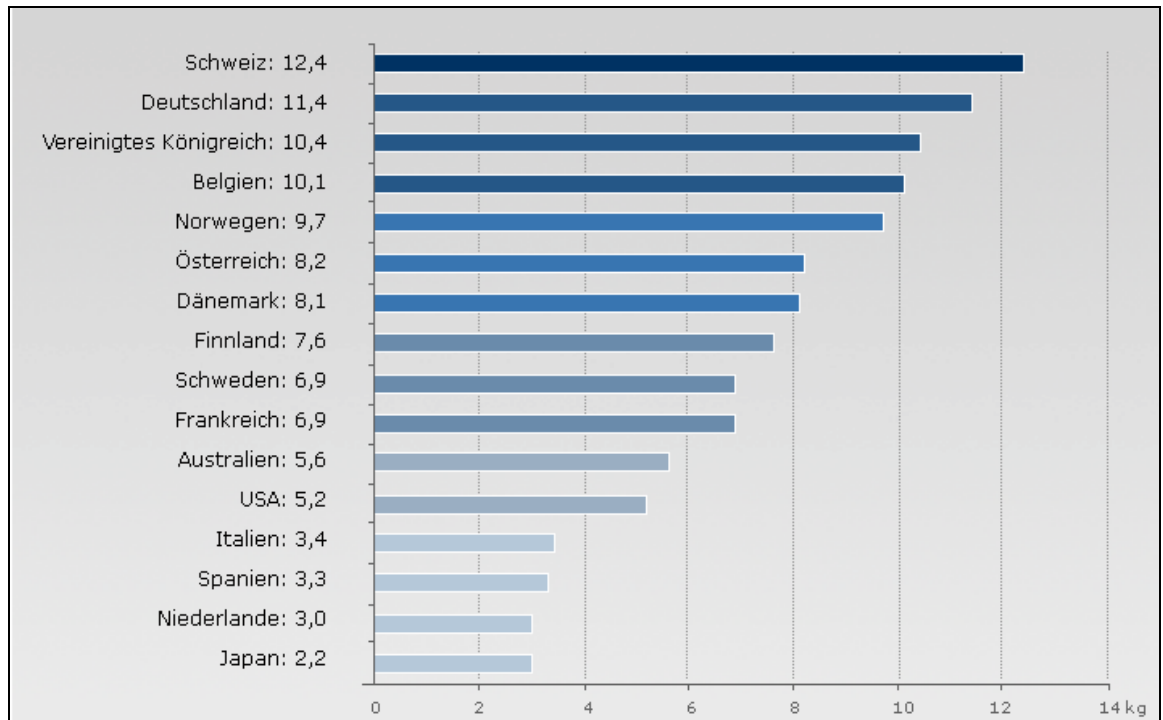


Abbildung 7: Jährlicher Schokoladenkonsum pro Kopf (in kg) im Jahr 2007 (ausgenommen Schweiz: 2008) [ICA, 2007; CHOCOSUISSE, 2008]

Prognosen für 2010

Es wird erwartet, dass im Jahr 2010 die weltweite Vermahlung der Kakaobohnen 3,6 Millionen Tonnen betragen wird. Der Verzehr wird sich weiterhin auf die Industrieländer konzentrieren – dieser wird im Jahr 2010 64 % des Weltkonsums ausmachen was einem jährlichen Anstieg von 2,2 % entspricht. In Europa wird geschätzt, dass es zu einem Konsumanstieg von 1,7 % pro Jahr kommen wird (dies entspricht einer Produktion von 1,4 Millionen Tonnen). Es ist nahe liegend, dass Europa auch im Jahr 2010 die höchste Kakao-Verzehrsrate (ca. 40 %) der Welt beibehalten wird. Den zweitgrößten Verzehr zeigt Nordamerika, dessen Wachstum sich auf 3,6 % pro Jahr im Jahr 2010 belaufen wird [FAO, 2003].

2.2.3 Schokoladensorten

Allgemein lässt sich zwischen vier Schokoladensorten unterscheiden, die nach Österreichischem Lebensmittelbuch laut Tabelle 2 definiert werden [BMGFJ – ÖLMB Kapitel B15, 1996]:

Tabelle 2: Zusammensetzung der vier Schokoladensorten [BMGFJ – ÖLMB Kapitel B15, 1996]

Zutat	Koch-schokolade	Dunkle Schokolade	Milch-schokolade	Weißer Schokolade
Gesamtkakaotrockenmasse	mind. 30 %	mind. 43 %	mind. 25 %	mind. 14 %
fettfreie Kakaotrockenmasse	mind. 12 %	–	mind. 2,5 %	–
Kakaobutter	mind. 18 %	mind. 26 %	–	mind. 20 %
Zucker (Saccharose)	–	–	max. 55 %	max. 55 %
Milchfett	–	–	mind. 3,5 %	mind. 3,5 %
Gesamtmilchtrockenmasse	–	–	mind. 14 %	–
Gesamtfett	–	–	mind. 25 %	–

Die typische Speise- und Kochschokolade hat folgende Zusammensetzung: 33 bis 60 % Kakaomasse, bis 15 % Kakaobutter und 40 bis 60 % Zucker [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

2.2.3.1 Einfluss der Kakaobohnen für die Schokoladenherstellung

Schokoladenhersteller müssen kontinuierlich Produkte konstanter Qualität von einem Rohmaterial, das variabel ist, herstellen. Dafür ist eine Selektion und ein Zusammenmischen der Kakaobohnen nach Typ und Ursprung notwendig. Daneben muss die Verfügbarkeit der erforderlichen Menge, die Sicherheit der Nachfrage, die konstante Qualität (vor allem Flavor), der Preis, der Ertrag und der Herstellungsprozess berücksichtigt werden. Üblich ist auch der Ankauf der Kakaomasse von Kakaoh Herstellern aus den kakaoproduzierenden Ländern [FOWLER, 1999].

2.3 Ernährungsphysiologische Qualität (Gesundheitswert)

2.3.1 Zusammensetzung der Kakaobohne

Je nach Sorte und Herkunft setzt sich die Kakaobohne zu 10 bis 16 % aus der Schale, zu 83 bis 89 % aus dem Kern und zu ca. 1 % aus den Keimwurzeln zusammen. Ihre Inhaltsstoffe variieren je nach Anbaubedingungen und der Art ihrer Weiterverarbeitung [FRANZKE, 1996]. Die fermentierte Kakaobohne setzt sich überwiegend aus Lipiden, Kohlenhydraten, Proteinen, Wasser und sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zusammen [EBERMANN und ELMADFA, 2008] (Tabelle 3).

Tabelle 3: Durchschnittliche Zusammensetzung von fermentierten Kakaobohnen in Prozent [modifiziert nach EBERMANN und ELMADFA, 2008; FRANZKE, 1996]

Bestandteile	Prozentanteil in der Kakaobohne
Lipide	37 – 58
Kohlenhydrate	35 – 44
- davon Ballaststoffe	6 – 9
- davon Stärke	6
- davon Cellulose	9
- davon Glucose, Xylose, Mesoinosit	0,3
Proteine	12 – 18
Wasser	5
Phenolische Inhaltsstoffe	3 – 3,5
Mineralstoffe	3
Alkaloide	
- Theobromin	1 – 3,5
- Koffein	0,05 – 1,3
Säuren	0,4 – 0,8

2.3.1.1 Makronährstoffe

2.3.1.1.1 Lipide

In den Kakaokernen (Samen) ist der überwiegende Teil der Lipide (Kakaobutter) gespeichert (Tabelle 3). Die Kakaobutter ist ein hartes Fett mit gelblicher Farbe, das nach Kakao riecht und schmeckt. Hauptbestandteil der Triglyceride sind Palmitooleostearin (57 %) und Oleodistearin (22 %), die wesentlichen Fettsäuren Ölsäure (37 %), Stearinsäure (35 %), und Palmitinsäure (18 %). Durch ihren hohen Fettgehalt ist sie jedoch nicht lange haltbar. Das Fett besteht nur aus wenigen Triglyceriden, weshalb es einen relativ scharfen Schmelzpunkt (32 bis 34 °C) hat. Dies ist für die Herstellung von Schokolade besonders wichtig. Kommen nun alle zusammen in der Schokolade vor, kann die Gesamtstruktur in einer von vier polymorphen Formen kristallisieren – jede davon mit einem typischen Schmelzpunkt (vgl. Kapitel 2.1.5.9).

Weitere Bestandteile des Kakaofetts sind Ergosterin, Phospholipide (etwa 0,1 %) wie Phosphatidylcholin (Lecithin) und Lysophosphatidylcholin. Um Kakaobutter herzustellen, werden die zerkleinerten, gerösteten Bohnen (Kakaonibs) bei hohen Temperaturen (ca. 80 °C) gepresst.

Die in der Kakaobutter vorkommenden Steroide sind hauptsächlich Phytosterine. Dies sind vor allem β -Sitosterin (105 mg/100 g), Stigmasterin (25 mg/100 g) und Campesterin (19 mg/100 g) [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Interessanterweise findet sich in den Kakaokernen der Edelkakaobohnen ein geringerer Fettgehalt als in den Konsumkakaobohnen [FRANZKE, 1996].

2.3.1.1.2 Kohlenhydrate

Den zweitgrößten Anteil am Kakaokern machen die Kohlenhydrate aus, wofür hauptsächlich Stärke und Ballaststoffe verantwortlich sind (Tabelle 3). Als weitere Polysaccharide kommen Pektin, Cellulose und Mannan vor. Bei den Oligosacchariden handelt es sich vor allem um Galaktose, Melibiose, Stachyose, Verbascose und

Manninotriose. Glucose und Xylose sind nur zu 0,3 % enthalten [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Der Saccharosegehalt beläuft sich bei den unfermentierten und schwach fermentierten Edelsorten auf 2 %, wohingegen in den Konsumsorten (normal fermentiert) nur reduzierende Zucker vorliegen. Die reduzierenden Zucker (Glucose und Fructose), die aus Saccharose während der Fermentation gebildet werden, gewinnen besonders an Bedeutung, da sie als Aromavorstufen wesentlich zum späteren Aroma beitragen (vgl. Kapitel 2.6.1.2.1) [FRANZKE, 1996].

2.3.1.1.3 Proteine

Der Großteil (ca. 60 %) des Gesamtstickstoffgehalts der fermentierten Kakaobohne entfällt auf Eiweißstoffe (12 bis 18 % Protein), wobei Proteine aus fermentiertem Kakao relativ schlecht löslich bzw. verdaulich sind. Dies ist durch die während der Fermentation ablaufende Interaktion der Polyphenole bzw. enzymatisch oxidierten Polyphenole mit Proteinen bedingt [FRANZKE, 1996].

Als Aminosäuren finden sich vor allem die Hydrophoben – Leucin, Isoleucin und Valin zu je 0,5 %. Proteingebunden auch Serin, Alanin und Glutaminsäure zu je etwa 1 %.

Enzymatisch aktive Proteine können entweder Lipase-, Protease-, Amylase- sowie Katalase-, Ascorbinsäureoxidase-, Polyphenoloxidase- oder Phytase-Aktivität aufweisen [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Eine Studie über die Veränderungen von Kakaoinhaltsstoffen während der Verarbeitung der Kakaobohnen ergab, dass während der Fermentation der Proteingehalt kontinuierlich absank und im Gegensatz dazu der Gehalt an freien Aminosäuren anstieg. Diese Abnahme ist nicht nur durch die Proteolyse bedingt, sondern auch durch die Komplexbildung mit Polyphenolen während der Fermentation [DE BRITO et al., 2000].

2.3.1.2 Mikronährstoffe

2.3.1.2.1 Mineralstoffe

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich sind diese nur in sehr geringen Mengen (ca. 3 %) in der Kakaobohne enthalten.

2.3.1.2.2 Organische Säuren

Den Hauptanteil der organischen Säuren machen Zitronensäure (0,4 bis 0,8 %), Essigsäure (0,2 bis 0,7 %), Oxalsäure (0,2 bis 0,5 %) sowie Ameisensäure, Ascorbinsäure (0,003 %), Maleinsäure, Milchsäure, Weinsäure und Valeriansäure aus [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

2.3.1.3 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

2.3.1.3.1 Phenolische Inhaltsstoffe

In der fermentierten Kakaobohne finden sich zu 3 bis 3,5 % phenolische Verbindungen (Tabelle 3), die in unterschiedlichen Arten vorliegen:

2.3.1.3.1.1 Arten

Quantitativ überwiegen die Flavonoide (Abbildung 8), die wichtige Antioxidantien und Gerbstoffe sind und auch den Farbstoff des Kakaos enthalten. An phenolischen Inhaltsstoffen liegen insbesondere Catechine (ca. 37 %), Anthocyane (ca. 4 %) und Leukoanthocyane (ca. 58 %) vor. Werden Leukoanthocyane in saurer Lösung erhitzt, liefern sie Anthocyane und Catechine bzw. Epicatechine.

An Catechinen kommen vor allem (+)-Catechin (3 bis 3,5 %), (-)-Epicatechin (3 %), (-)-Epigallocatechin, Glykoside des Cyanidins und Leukocyanidine vor, sowie deren polymere Derivate (z.B. Phlobaphene). Sie sind wesentlich für die Farbe und den bitteren Geschmack der gerösteten Kakaobohne verantwortlich.

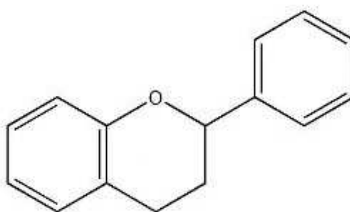


Abbildung 8: Flavonoid-Grundgerüst

[<http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/phytochemicals/flavonoids/basicflav.html>]

Weiters finden sich noch Cumarin, Esculetin, Phenolcarbonsäuren, Kaffeesäure, Ferulasäure, Syringasäure, Vanillinsäure, o-Hydroxyphenylelessigsäure, Protocatechusäure, p-Hydroxybenzoesäure und Dopamin [BELITZ et al., 2008; EBERMANN und ELMADFA, 2008].

2.3.1.3.1.2 Polyphenolgehalt und dessen Einflussfaktoren

Der Polyphenolgehalt in der Kakaobohne variiert stark je nach Verarbeitungsschritt. Er beträgt (am Beispiel von (-)-Epicatechin) in der unfermentierten Kakaobohne zwischen 21,9 und 43,3 mg/g und in der fermentierten zwischen 2 und 10 mg/g. Es ist anzunehmen, dass sowohl die Polymerisation der Polyphenole, als auch der Verlust während der Fermentation, für den kontinuierlichen Rückgang an (-)-Epicatechin-Konzentrationen in den Kakaonibs verantwortlich sind.

Die Diffusion von (-)-Epicatechin aus den Kotyledonen führt zu komplexen chemischen Veränderungen innerhalb dieser, vor allem zur Polymerisation von (-)-Epicatechin, wodurch hoch molekulare Tannine entstehen. Diese interagieren mit Proteinen und beeinflussen so die Gesamtqualität der fermentierten Kakaobohnen für die Schokoladenproduktion [KIM und KEENEY, 1984].

Der Polyphenolgehalt verändert sich erst mit dem Eintritt der Fermentation, wodurch dieser kontinuierlich absinkt. Nach der Trocknung fällt ihr Gehalt ein weiteres Mal, wobei dies von der Trocknungsmethode abhängig ist. So zeigten sonnengetrocknete Bohnen einen niedrigeren Polyphenolgehalt [ROHAN, 1958; ALMEIDA et al., 1998].

Auch die Röstung wirkt sich nachteilig auf den Polyphenolgehalt aus, der dabei um weitere 10 bis 40 % gesenkt wird. Die Beimischung von Wasser oder Alkali im Lauf des Röstverfahrens bewirkt einen weiteren Rückgang, da Sauerstoff die gebildeten Phenolate sehr leicht oxidiert [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Auch die Herkunft der Kakaobohnen beeinflusst den Polyphenolgehalt stark. So zeigen Bohnen aus Regionen mit einem Ruf vollkommen fermentierte Produkte herzustellen (z.B. Afrika, Trinidad) geringere Konzentrationen an (-)-Epicatechin als Bohnen aus Costa Rica oder Ecuador, die bekanntlich eher leicht fermentiert sind [KIM und KEENEY, 1984].

2.3.1.3.2 Purinalkaloide

Den Großteil der Alkaloide macht Theobromin (3,7-Dimethylxanthin) mit 1 bis 3,5 % aus. Koffein kommt zu 0,05 bis 1,3 % (Tabelle 3) vor und rangiert somit an zweiter Stelle der Alkaloide, gefolgt von Theophyllin (0,3 bis 0,5 %). Zudem findet sich noch Trigonellin in der Kakaobohne [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Gemeinsames Merkmal ist, dass sie sich vom Xanthin (2,6-Dihydroxypurin) ableiten und daher auch als Methylxanthine bezeichnet werden [FRANZKE, 1996].

2.3.1.4 Aromastoffe

Ihr Gehalt variiert sehr stark je nach Fermentation und Röstung. Das typische Kakaoaroma entsteht durch eine große Anzahl an verschiedenen Verbindungen – in Röstkakao sind bisher über 500 identifiziert, die hauptsächlich aus der Maillard-Reaktion (nicht enzymatische Bräunungsreaktion) stammen.

Wichtige Aromakomponenten stammen unter anderem aus Pyrazinen (Methylpyrazine), Dioxopiperazinen, Pyrrolen, Pyridinen, Phenolen, Aldehyden bzw. schwefelhaltigen Verbindungen [FRANZKE, 1996].

Als Aromastoffe finden sich weiters aliphatische Ester, wie Propylacetat, Amylacetat, Amylbutyrat und Isobutylacetat, Alkohole wie Linalool, Amylalkohol und Furfurylalkohol und das Keton Methylheptenon [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

2.4 Zusammensetzung Dunkler Schokolade

Das Österreichische Lebensmittelbuch definiert unter dem Sammelbegriff „Schokoladen“ Erzeugnisse, die aus Kakaokernen, Kakaomasse, Kakaopulver, fettarmen oder magerem Kakaopulver, Zucker (Saccharose) und mit oder ohne Zugabe von Kakaobutter hergestellt werden. Sie müssen mindestens 35 % Gesamtkakaotrockenmasse, mindestens 14 % fettfreie Kakaotrockenmasse und mindestens 18 % Kakaobutter enthalten.

Statt Zucker kann dabei auch Traubenzucker (Dextrose), Fruktose, Laktose oder Maltose verwendet werden. Weiters ist der Zusatz von maximal 5 % Pflanzenfett (sofern auf der Verpackung gekennzeichnet), 0,5 % Lecithinen und Ammoniumsalzen von Phosphatidsäuren, sowie Aromaten zulässig ist [BMGFJ – ÖLMB Kapitel B15, 1996].

2.4.1 Makronährstoffe und Mikronährstoffe

Die Nährstoffe, die beim Verzehr einer Tafel bzw. Portion dunkle Schokolade aufgenommen werden, mit entsprechender Auflistung der empfohlenen Tageszufuhr, sind in Tabelle 4 aufgelistet.

Wie aus Tabelle 4 zu entnehmen ist, liefert eine Tafel (100 g) dunkle Schokolade einen Energiegehalt von 598 kcal, der hauptsächlich auf den hohen Kohlenhydrat- und Fettgehalt zurückzuführen ist. Dies gibt ein Verhältnis von Kohlenhydrat zu Fett zu Protein von 48 : 44 : 8. In Bezug auf die D-A-CH-Referenzwerte bedeutet dies eine Abweichung zu ungunsten des Kohlenhydrat-, Fett- und Proteingehalts (D-A-CH: 55 : 30 : 15).

Auch das Verhältnis von gesättigten zu einfach ungesättigten zu mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist nicht optimal, da der Anteil an gesättigten Fettsäuren stark erhöht ist (31 : 12 : 2). Wünschenswert nach D-A-CH wäre ein Verhältnis von 10 : 13 : 7 [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Tabelle 4: Nährstoffzusammensetzung, D-A-CH-Referenzwerte und GDA³ einer 100 g Tafel dunkle Schokolade [EUFIC, 2007; USDA, 2009]

Dunkle Schokolade, Kakaoanteil zwischen 70 - 85%			
	[g/100 g]	1 Portion [g/25 g]	% GDA bzw. der D-A-CH- Referenzwerte [%/25 g]
Protein	7,79	1,95	3,9
Fett (gesamt)	42,63	10,66	15,2
-gesättigte Fettsäuren	24,49	6,12	30,6
-einfach ungesättigte Fettsäuren	12,78	3,20	–
-mehrfach ungesättigte Fettsäuren	1,26	0,32	–
-trans-Fettsäuren	0,03	< 0,01	–
Kohlenhydrate	45,90	11,48	4,3
Zucker (Saccharose)	24,00	6,00	6,7
Ballaststoffe (gesamt)	10,90	2,73	11
Mineralstoffe	2,32	0,58	–
Wasser	1,37	0,34	0,1
Mineralstoffe	[mg/100 g]	[mg/25 g]	[% /25 g]
Calcium	73,0	18,25	1,8
Eisen	11,9	2,98	29,8
Magnesium	228,0	57,00	19
Phosphor	308,0	77,00	11
Kalium	715,0	178,76	9
Natrium	20,0	5,00	0,1
Zink	3,3	0,83	8,3
Kupfer	1,8	0,45	45

³ GDA (Guideline Daily Amount) = Richtwert für die Tageszufuhr

– bedeutet keine Angabe

Mangan	1,9	0,48	16
Selen	[µg] 6,8	[µg] 1,7	3,4
Vitamine	[mg/100 g]	[mg/25 g]	[% /25 g]
Vitamin B1	0,03	< 0,01	0,8
Vitamin B2	0,08	0,02	1,7
Niacin	1,05	0,26	1,9
Vitamin B6	0,04	0,01	0,7
β-Carotin	[µg] 2,00	[µg] 0,5	< 0,01
Vitamin E (α-Tocopherol)	0,59	0,15	15
Methylxanthine	[mg/100 g]	[mg/25 g]	[% /25 g]
Theobromin	802	200	–
Koffein	80	20	–
Sterine	[mg/100 g]	[mg/25 g]	[% /25 g]
Cholesterin	3	0,75	1,0
β-Sitosterin	86	21,5	1,1
Stigmasterin	31	7,75	0,9
Campesterin	12	3,0	0,2
Energiegehalt	598 kcal/ 100 g	149,5 kcal/ 25 g	7,5 % / 25 g

Der relativ hohe Mineralstoff-Gehalt ist im Wesentlichen auf das Alkalisieren zurückzuführen (Verwendung von Alkali- und Magnesiumsalzlösungen) [FRANZKE, 1999].

Besonders hervorzuheben ist der hohe Gehalt an Eisen, Magnesium, Kupfer und Mangan. An Vitaminen trägt nur Vitamin E in nennenswerter Menge zur Nährstoffversorgung des Menschen bei, alle anderen Vitamine sind nur in Spuren vorhanden. Minimal ist weiters der Gehalt an Cholesterin und der Phytosterine.

Die Methylxanthine Theobromin und Koffein sind mit einem Gehalt von 200 mg/25 g bzw. 20 mg/25 g in beträchtlicher Menge vorhanden und tragen so zum bitteren Geschmack bei.

Eine Portion (25 g) dunkle Schokolade liefert somit knapp 150 kcal und trägt zu 7,5 % zur Energieversorgung des Menschen bei.

2.4.2 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

2.4.2.1 Polyphenole

An Polyphenolen kommen in dunkler Schokolade Catechine, Epicatechine und Procyanidine vor [BECKETT, 2008].

Der höchste Polyphenolgehalt zeigt sich in Edelbitterschokoladen, der niedrigste in Milkschokoladen. In 5 g Edelbitterschokolade sind etwa so viele Polyphenole enthalten wie in 50 ml Rotwein bzw. 200 ml grünem Tee [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Der Flavanol- und Procyanidingehalt weiterer Lebensmittel ist in Abbildung 9 dargestellt.

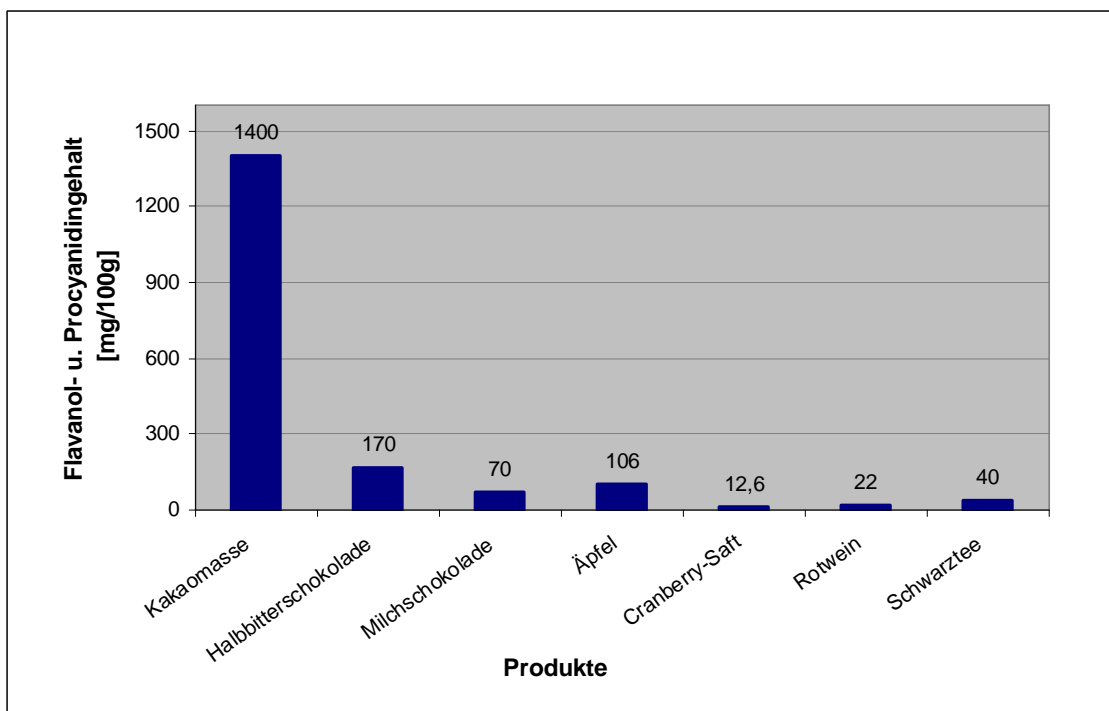


Abbildung 9: Flavanol- und Procyanidingehalt verschiedener Lebensmittel per 100 g [modifiziert nach STEINBERG et al., 2003]

In einer Studie von MILLER et al. [2006] betrug der Polyphenol-Gehalt in der untersuchten dunklen Schokolade zwischen 11,73 und 14,88 mg/g, wobei der Procyanidin-Gehalt zwischen 2,78 und 4,10 mg/g lag.

COOPER et al. [2008] fanden in ihrer Studie, die mit Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % durchgeführt wurde, einen Epicatechin-Gehalt von 0,79 mg/g. Da Kakaomasse aber aus Polyphenol-freier Kakaobutter und Polyphenol-reicher, entölter Kakaomasse besteht, kann aus der Kakaomasse allein nicht auf die Polyphenolkonzentration geschlossen werden.

2.4.2.1.1 Bioverfügbarkeit der Polyphenole

Das Ausmaß, in welchem die Flavonoide mit anderen Nährstoffen vor und nach ihrer Resorption interagieren, ist derzeit noch wenig erforscht. Ebenso unzureichend nachgewiesen ist ihr intrazellulärer Metabolismus und die Bioaktivität der verschiedenen Metabolite [KEEN et al., 2005].

Nachgewiesen ist jedoch, dass die Resorption der Flavonoide (als Glykoside bzw. nicht glykosidiert) nur partiell erfolgt und meist mit Glucuronsäure konjugiert ist. Sie werden teils durch die Darmflora zu Bruchstücken (hauptsächlich Phenolcarbonsäuren) abgebaut und anschließend resorbiert. Die Ausscheidung erfolgt über die Niere [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

2.4.2.1.2 Einflussfaktoren auf den Polyphenolgehalt

Der endgültige Polyphenol-Gehalt hängt vom Kakaotyp (Kakaobohnensorte) und dem Verarbeitungsprozess (Fermentation, Trocknung, Röstung, Alkalisierung), bei welchem dieser kontinuierlich gesenkt wird, ab [BECKETT, 2008].

2.4.2.2 Alkaloide

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich, ist der Theobromin-Gehalt beträchtlich höher als jener von Koffein. Die Resorption erfolgt allerdings bei Koffein schneller als bei Theobromin [CAOBISCO, 1996].

2.4.3 Aromastoffe

Der häufigste Aromenzusatz ist Vanille, entweder von der natürlichen Vanillekapsel oder dem Vanille-Aroma (Vanillin), welches dunkler Schokolade bis zu 0,1 % zugesetzt werden darf. Es dient der Aromaverstärkung und schafft eine cremige Note [BECKETT, 1999]. Nach Österreichischem Lebensmittelbuch sind Aromate (Gewürze mitinbegriffen) sowie Ethylvanillin zulässig [BMGFJ – ÖLMB Kapitel B15, 1996].

2.4.4 Schadstoffe

2.4.4.1 Cadmium

In dunkler Schokolade finden sich keinesfalls unbeträchtliche Mengen an Cadmium wobei die Adsorption im Allgemeinen relativ gering ist (3 bis 5 %). Allerdings lagert sich Cadmium in der Niere und Leber an und hat eine lange biologische Halbwertszeit (10 bis 30 Jahre). Die IARC (*International Agency for Research on Cancer*) hat Cadmium als humanes Karzinogen klassifiziert. Eine Untersuchung, die von CONTAM (*Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain*) durchgeführt wurde, fand die höchsten Cadmium-Gehalte unter anderem in Schokolade. Bei den meisten der untersuchten Proben überschritt jedoch nur ein geringer Prozentsatz (<5 %) die Grenzwerte.

Dies veranlasste die EFSA (*European Food Safety Authority*) im Jahr 2009 einen Höchstwert für die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI-Wert) von Cadmium zu formulieren, der mit 2,5 µg/kg Körpergewicht festgelegt wurde [EFSA, 2009].

In einer Untersuchung der AGES (*Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit*) über den Gehalt von Cadmium in dunklen Schokoladen stellte sich heraus, dass sechs von 19 Produkten einen Cadmium-Gehalt über 100 µg/kg aufwiesen. Interessanterweise waren unter diesen sechs Proben vier aus biologischer Landwirtschaft. Besonders Edelkakaosorten sind von einer Cadmium-Belastung betroffen, da diese häufig auf vulkanischen Böden gepflanzt werden, in denen Cadmium reichlich vorhanden ist [AGES, 2009].

Wie Abbildung 10 zeigt, liegt der Anteil an Cadmium, der aus Kakao- und Schokoladenprodukten stammt, bei 11 % der Gesamtaufnahme in der österreichischen Bevölkerung. Insbesondere Kindern und Jugendliche nehmen über diese Produkte deutlich mehr Cadmium ($1,9 \mu\text{g}/\text{Tag} = 21 \%$ der Gesamtaufnahme) auf als Erwachsene (0,9 bis $1,1 \mu\text{g}/\text{Tag}$). Neben Gemüse und Getreide stellen Kakao- und Schokoladewaren die drittgrößte Cadmiumquelle bei Kindern und Jugendlichen dar [ELMADFA und BURGER, 1999].

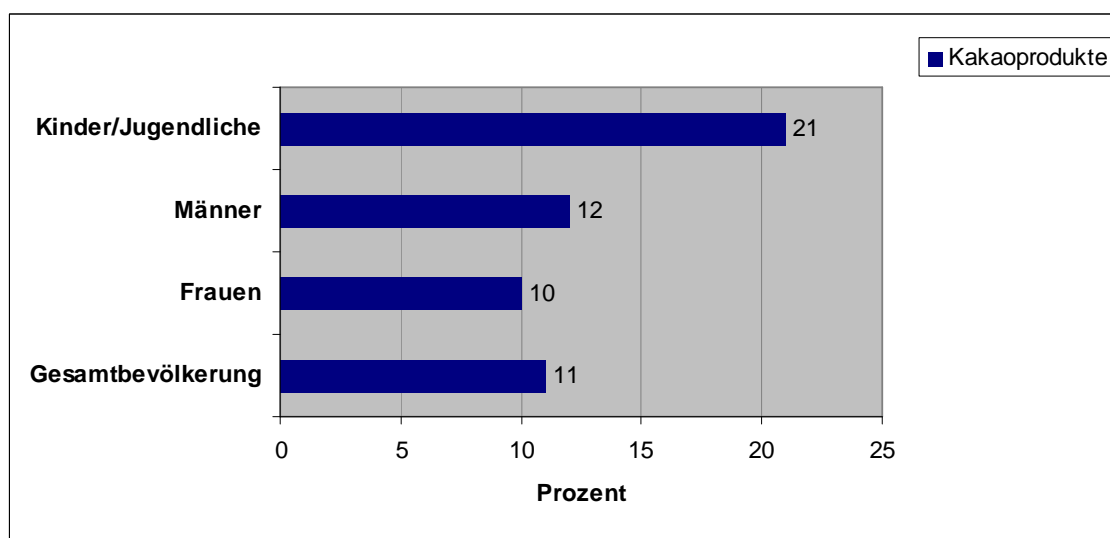


Abbildung 10: Beitrag der Kakaoprodukte (in Prozent) zur Cadmium-Gesamtaufnahme aller Personengruppen in Österreich [modifiziert nach ELMADFA und BURGER, 1999]

2.4.4.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die gleiche Testung der AGES kam zu dem Ergebnis, dass 16 der getesteten 19 Produkte minimal mit PAK belastet waren. Für Schokolade gibt es hier jedoch keine Grenzwerte [AGES, 2009].

2.5 Wirkungen der Inhaltsstoffe von dunkler Schokolade auf den menschlichen Organismus

2.5.1 Polyphenole

Für die vielfältigen (positiven) Wirkungen dunkler Schokolade sind vor allem die Polyphenole, im Speziellen Flavonoide, verantwortlich. Allgemein wirken Polyphenole antikanzerogen, antioxidativ, antimikrobiell, immunmodulierend und entzündungshemmend [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Die antioxidative Aktivität einer Flavanol-reichen dunklen Schokolade ist vergleichbar oder sogar größer als jene von anderen antioxidativ-reichen Nahrungsmitteln und Getränken, wie zum Beispiel Grünen Tee, Rotwein, Heidelbeeren und Knoblauch [BECKETT, 2008] (Abbildung 11).

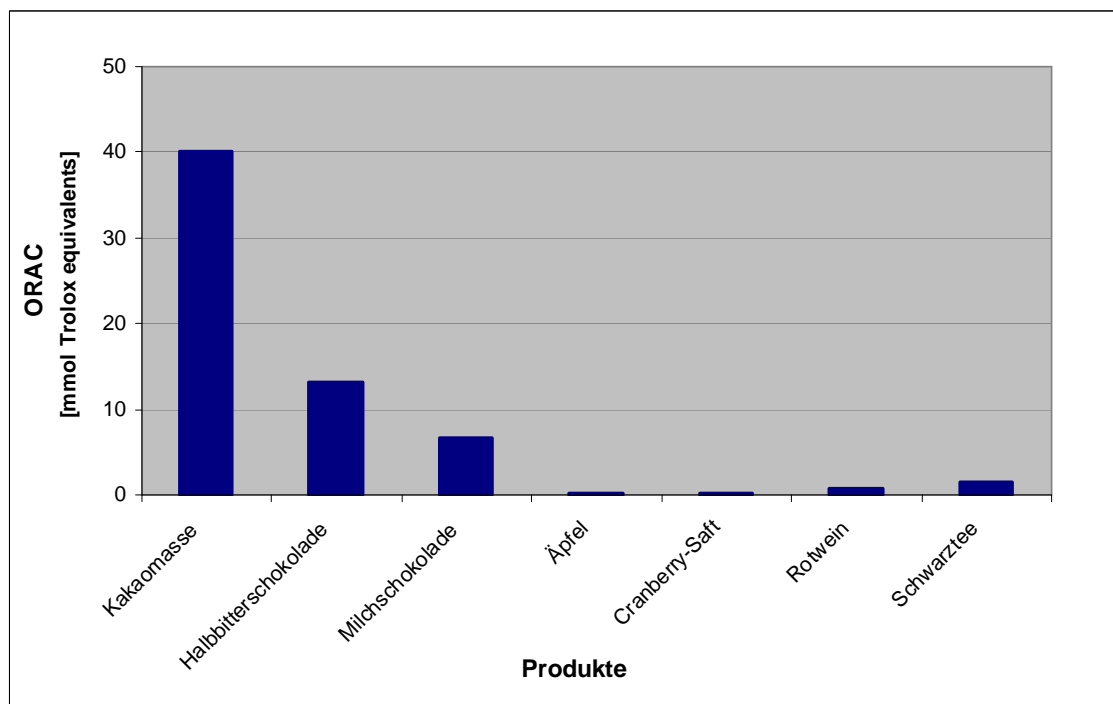


Abbildung 11: Antioxidative Aktivität (ORAC) verschiedener Lebensmittel [modifiziert nach STEINBERG et al., 2003]

Der wohl am häufigsten untersuchte Umstand ist die positive Wirkung der Kakao-Flavonoide auf kardiovaskuläre Erkrankungen. Diese Erkenntnis ist auf die Zunahme der totalen antioxidativen Kapazität (TAC) und der Flavonoidkonzentration im Blut zurückzuführen.

Die protektiven Effekte dunkler Schokolade bezüglich eines verminderten Risikos kardiovaskulärer Erkrankungen lässt sich anhand verschiedener Mechanismen erklären; diese sind metabolische, blutdrucksenkende, anti-inflammatorische und anti-thrombotische Effekte, ebenso wie die Einflussnahme auf Insulin-Sensitivität und vaskuläre endotheliale Funktionen [LIPPI et al., 2009] (Abbildung 12).

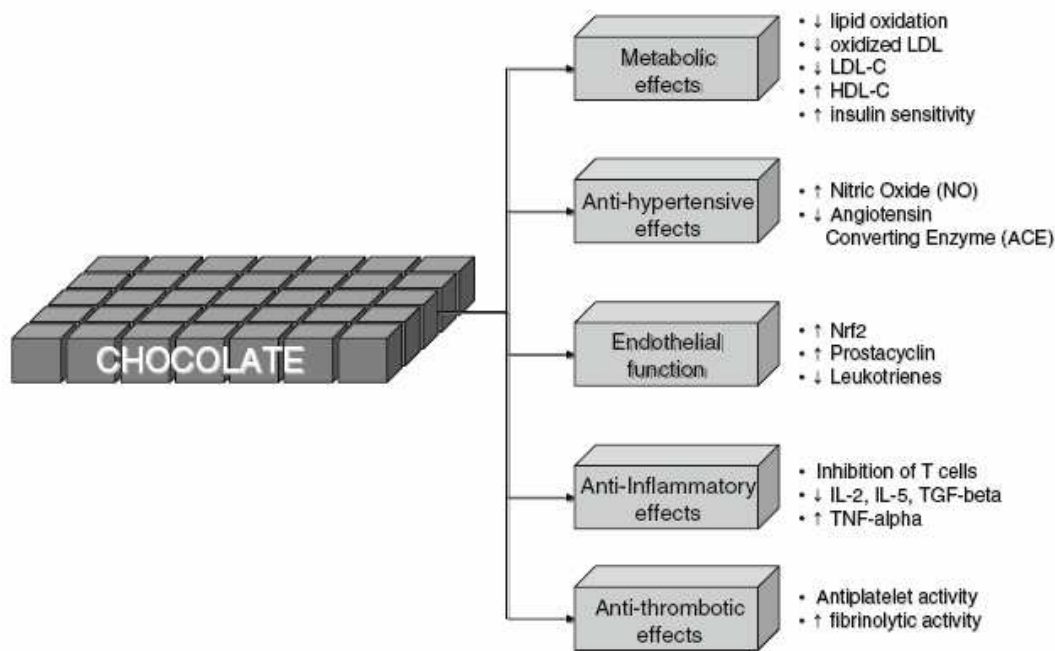


Abbildung 12: Kardiovaskuläre Effekte dunkler Schokolade [LIPPI et al., 2009]

Es wurde mehrfach belegt, dass der Verzehr Flavanoid-reicher, dunkler Schokolade die Endothelfunktionen verbessert und mit einem Anstieg der Plasma-Epicatechin-Konzentration einhergeht. Die endothel-abhängige koronare Vasodilatation verbessert die koronaren vaskulären Funktionen und reduziert die Thrombozytenadhäsion, was für einen möglichen kardioprotektiven Effekt spricht [ENGLER et al., 2004; FLAMMER et al., 2007].

Ebenso der günstige Effekt von Kakaopulver und dunkler Schokolade auf die Reduktion der LDL-Oxidation, Anstieg der Totalen Antioxidativen Kapazität im Serum, sowie der HDL-Konzentration im Blut [WAN et al., 2001].

Zusätzlich steigern Flavonoide die Blut-Konzentration des anti-inflammatorischen Stickoxids (NO), das für die Relaxation der Blutgefäße und somit für eine gute Durchblutung wichtig ist. Bei Versagen der Endothelzellen (bedingt durch Risikofaktoren von Herz-Kreislauf-erkrankungen, z.B. Rauchen) fällt der Stickoxidgehalt, was einen eingeschränkten Blutstrom induziert. Es wurde mehrfach bewiesen, dass der Konsum von Flavonoiden aus Kakao und Schokolade eine Senkung des Blutdrucks und eine Steigerung der Durchblutung bewirken, bedingt durch die Effekte von Stickoxid [BECKETT, 2008].

Flavonoide sind tendenziell hydrophil und deshalb vorwiegend in der Nicht-Fett-Fraktion (NFCS-Fraktion) von Kakao und Schokolade zu finden. Der NFCS-Gehalt (Nonfat Cocoa Solids) betrug in der Studie von MILLER et al. [2006] 20 bis 29,5 %. Die antioxidative Aktivität (ORAC) sank in folgender Reihenfolge: Kakaopulver > Kochschokolade > dunkle Schokolade. NFCS-Gehalt und ORAC korrelierten stark, ebenso NFCS und Gesamtpolyphenolgehalt. Den höchsten Polyphenolgehalt wies natürliches Kakaopulver auf, das in seinem antioxidativen Potential am wirksamsten war.

Die biologischen Effekte von Flavonoiden sind in dunkler Schokolade stärker ausgeprägt als in weißer oder Milch-Schokolade. Einerseits weil in dunkler Schokolade größere Mengen dieser Komponenten vorkommen, andererseits, weil die intestinale Flavonoid-Absorption in weißer Schokolade durch die Interaktivität der Milchproteine vermindert ist [SERAFINI et al., 2003; VINSON et al., 1999].

Eine Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen antioxidativer Kapazität und dem Phenolgehalt von Kakaobohnen unterschiedlicher Länder (Malaysien, Ghana, Elfenbeinküste und Sulawesi). Die antioxidative Kapazität war je nach Anbauland sehr unterschiedlich, mit der höchsten antioxidativen und radikalfangenden Aktivität in Kakaobohnen aus Ghana. Den höchsten Phenolgehalt zeigten malaysische Bohnen, gefolgt von Bohnen aus Sulawesi, Ghana und der Elfenbeinküste. Antioxidative Kapazität und Phenolgehalt malaysischer Kakaobohnen waren somit mit jener aus Ghana, der Elfenbeinküste und Sulawesi vergleichbar [AZIZAH et al., 2007].

BUIJSSE et al. [2006] kamen in ihrer prospektiven Studie mit 470 älteren Männern zu dem Ergebnis, dass der Verzehr von Kakao die kardiovaskuläre Mortalität sowie die Gesamtmortalität um 45 bis 50 % reduzierte.

Eine *in vitro* Studie ergab, dass Kakao-Flavonoide und Procyanidine potentiell anti-proliferative Effekte in humanen Kolon-Krebszellen hatten, da sie den nicht-apoptotischen Zelltod herbeiführten, und durch Blockierung der Mitose (G2/M-Phase) den Zellzyklus affektierten. Die Inhibierung der Polyamin-Biosynthese scheint eines der

wichtigsten Ziele der anti-proliferativen Effekte der Kakao-Flavonoide zu sein [CARNÉSECCHI et al., 2002]. Der anti-proliferative Effekt konnte auch in einer in vitro Studie von JOURDAIN et al. [2006] an Prostata-Krebszellen beobachtet werden.

Durch die anti-bakterielle und anti-enzymatische Aktivität der Tannine reduzieren diese auch die Kariogenität indem sie die Plaquebildung vermindern und die Säurebildung inhibieren [BECKETT, 2008].

Aufgrund der hohen Temperaturen, denen Kakaobohnen bei der Röstung ausgesetzt sind, wirft sich die Frage auf, inwiefern die gerösteten Kakaobohnen eventuell mutagen wirken könnten. Diesen Zusammenhang untersuchte PROPST [2005], wobei die von ihr getesteten Kakaobohnen kein mutagenes Potential aufwiesen.

Ein Großteil der Studien zeigte allerdings folgende Defizite:

- Oft wurden Schokoladen verwendet, die einen viel höheren Gehalt an Flavan-3-ol hatten als kommerziell erhältlich
- Häufig kurze Studiendauer (2 bis 6 Wochen)
- Studienpanel vielfach von kleiner Zahl (meist zwischen 12 und 23 Personen).

2.5.2 Stearinsäure

Das Fett der Kakaobohne unterscheidet sich in seiner Fettsäurezusammensetzung sowie Glyceridstruktur wesentlich von den meisten anderen Pflanzenfetten. Das Kakaofett setzt sich zu 35 % aus der gesättigten Fettsäure Stearinsäure (C 18:0) zusammen. Der Verzehr von Lebensmitteln mit hohem Anteil an gesättigten Fettsäuren beeinflusst den Blut-Cholesterinspiegel ungünstig und gilt als Hauptrisikofaktor für Koronarerkrankungen. Trotzdem trägt das Kakaofett nicht zum Hypercholesterinämie-Effekt bei, wie dies bei anderen gesättigten Fettsäuren der Fall ist, da es das Serum-Cholesterin nicht erhöht. Fette, die einen hohen Stearinsäuregehalt aufweisen, beeinflussen die Blutlipide und den Gerinnungsfaktor VII positiv und scheinen bei gesunden Personen nicht atherogen zu wirken [COBB, 1992; THOISTRUP et al., 1994; BORCHERS et al., 2000].

2.5.3 Methylxanthine

Das Alkaloid Theobromin hat eine diuretische Wirkung (stärker als Koffein) und wirkt auch in der glatten Muskulatur der Bronchien als Relaxans. Koffein hat eine stark vasodilatatorische Aktivität und wirkt anregend auf das Zentralnervensystem. Dies erhöht das Konzentrationsvermögen und stimuliert die Herzfähigkeit. Theophyllin besitzt eine stark konorargefäßerweiternde Wirkung.

Dass sich Schokolade angenehm auf das Gemüt schlägt, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit am relativ hohen Gehalt an β -Phenylethylamin (leitet sich von der Aminosäure Phenylalanin ab) in der fermentierten Kakaobohne. Dieses soll eine leicht euphorisierende Wirkung haben. Neuen Untersuchungen zufolge sind in Kakao so genannte Anadamide (Amid-Derivate von ungesättigten Fettsäuren) enthalten, die Cannabis-ähnliche Aktivität besitzen, da sie im Gehirn an dieselben Rezeptoren wie Tetrahydrocannabinol binden.

Für das Süchtigwerden nach Schokolade sollen speziell zwei Isochinolinalkaloide, die in der Kakaobohne enthalten sind, verantwortlich sein. Dabei handelt es sich um das Salsolinol (1-Methyl-6,7-dihydroxy-tetrahydroisochinolin) und Salsolin (1-Methyl-6-methoxy-7-hydroxy-tetrahydroisochinolin), die anregend wirken. Salsolinol wird endogen aus Dopamin und Acetaldehyd oder Brenztraubensäure synthetisiert und hemmt die Bildung von cyclischem Adenosinmonophosphat (cAMP), Adrenokortikotropen Hormon (ACTH) und der Endorphine im Gehirn. Es findet sich in Schokolade in einer Konzentration von 2,5 mg/100 g [BELITZ et al., 2008; EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Da diese Verbindungen aber nur in sehr geringen Mengen vorkommen, ist ihre Stimmungsaufhellende Wirkung aber vernachlässigbar gering. Dass man nach Schokolade süchtig wird ist vielmehr auf ihre Attraktivität, die durch die Kombination von angenehmen Geschmack, der Sensation des Schmelzens im Mund und der Glattheit zustande kommt, bedingt [BECKETT, 2008].

Eine Studie konnte wiederum belegen, dass Methylxanthine in dunkler Schokolade psychostimulierende Effekte haben, und dass dieser Effekt viel größer ist, verglichen mit anderen potentiell pharmakologisch aktiven Komponenten. Sowohl in Milkschokolade als auch in dunkler Schokolade zeigte sich eine Verbesserung der kognitiven Funktionen, verglichen mit weißer Schokolade [SMIT et al., 2004].

2.6 Sensorische Qualität (Genusswert)

2.6.1 Sensorische Eigenschaften dunkler Schokolade

Die sensorische Qualität einer Schokolade wird von einer Vielzahl von Attributen beeinflusst [HOSKIN, 1994] (Tabelle 5).

Tabelle 5 : Erwünschte Qualität zur schnellen Evaluierung von Schokolade [HOSKIN, 1994]

Sinnesempfindung	Eigenschaft	erwünschte Qualität
Sehsinn	Farbe	glatt, satt
	Oberflächenansicht	glatt, ohne Fetteif
Gehörsinn	Bruch	gutes Knacken
Tastsinn	Textur	glatt, keine spürbaren Sandkörner
Geschmackssinn	süß, bitter	keine Off-Flavors
Geruchssinn	Aroma	Schokolade, nicht Kakao, keine Fremdgerüche

Die Studie von CAGINDI und OTLES [2007] zeigt den Einfluss der Lagertemperatur auf die sensorischen Attribute (Farbe, Textur, Flavor) und die allgemeine Akzeptanz. Interessanterweise wurden bei einer Temperatur von 4 °C die sensorischen Attribute besser bewertet als bei 20 °C und 30 °C. Dies ist insofern überraschend, da Schokolade üblicherweise bei Temperaturen um 20 °C gelagert wird.

2.6.1.1 Aussehen

Wie bereits erwähnt, haben viele Verarbeitungsschritte der Kakaobohne (z.B. Fermentation, Trocknung, Röstung, etc.) aber auch die Schokoladenherstellung (z.B. Tempern) einen entscheidenden Einfluss auf die Farbe und Oberflächenbeschaffenheit der Schokolade.

Falsche Lagerung oder unsachgemäße Vorkristallisierung können beispielsweise die Entstehung von Fettreif begünstigen. Dieser entsteht, wenn sich flüssiges Fett bei höheren Temperaturen (über 30 °C) an der Oberfläche absondert. Beim erneuten Erstarren bilden sich dadurch weiß-graue Flecken [BELITZ et al., 2008].

Fettreif ist allerdings völlig unbedenklich und beeinträchtigt die Schokolade nicht. Der Zusatz anderer Pflanzenfette verringert jedoch die Gefahr der Fettreifbildung [BERGHOFER, 2000].

SELAMAT et al. [2001] untersuchten den Effekt der Lagertemperatur auf die Bildung von Fettreif in gefüllter dunkler Schokolade und kamen zu dem Ergebnis, dass eine Lagertemperatur von 18 °C besser war (keine Fettreif-Bildung) als jene bei 30 °C, um eine Fettreif-Bildung zu vermeiden. Bei 18 °C wurden weiters Aussehen und Textur signifikant ($p < 0,05$) besser bewertet als bei 30 °C.

2.6.1.2 Geruch

Die verschiedenen Komponenten, die zum endgültigen Aroma beitragen hängen von Umweltbedingungen, Genetik, Kakaosorte, Ernte und Verarbeitungsprozess ab. Entscheidend für den Geruch einer Schokolade ist die Entwicklung von Kakaoaromenvorläufern während der Fermentation, Trocknung und Röstung [DIMICK und HOSKIN, 1999].

2.6.1.2.1 Fermentation

Saccharose wird während der Fermentation zu Glucose und Fructose hydrolysiert (anaerobe Phase), welche wichtige Aromenprecursor darstellen. Die wichtigsten nitrogenhaltigen Aromen-Vorläufer sind die zahlreichen Aminosäuren und Peptide. Aminosäurekomponenten stehen für die Maillard-Reaktion zur Verfügung, die während

dieser und auch bei späteren Erhitzungen, wie z.B. Trocknung oder Röstung, stattfindet [BECKETT, 2008].

Am Beispiel von fermentierten und unfermentierten Criollo-Kakaobohnen führten FRAUENDORFER und SCHIEBERLE [2008] eine sensorische Beurteilung durch, mit dem Ergebnis, dass in fermentierten Kakaobohnen der malzige (durch 3-Methylbutanal) Geruch prädominant war, gefolgt von karamellig, erdig, honig (durch Phenylacetaldehyde) und röstigem Geruch.

2.6.1.2.2 Trocknung

Die Trocknungsmethoden reichen von sonnengetrocknet bis hin zur Luftstromtrocknung, wobei die sonnengetrockneten einen höheren Schokoladen-Flavor entwickeln und weniger Fremdnoten aufwiesen. Da bei mechanischem Trocknen hohe Temperaturen und eine rasche Trocknung eintreten, kann der Verlust von flüchtigen Säuren (z.B. Essigsäure) nicht gewährleistet werden, und sich somit nachteilig auf die Qualität auswirken. Abwesenheit von Off-Flavors (exzessiver Säuregehalt, rauchiger Flavor) weisen auf eine saubere Trocknung hin. Zudem muss darauf geachtet werden, dass nicht zu kurz getrocknet wird, da dies Auswirkungen auf die Wasseraktivität innerhalb der Bohne hat. Ist diese zu hoch, resultiert daraus eine Schimmelkontamination, die wiederum den Flavor beeinträchtigt [DIMICK und HOSKIN, 1999].

2.6.1.2.3 Röstung

Die hohen Temperaturen des Röstens tragen maßgeblich zur Entwicklung des intensiven Kakao- und Schokoladengeruchs bei. Einer der komplexesten und wichtigsten Schritte ist dabei die Maillard-Reaktion, wo reduzierende Zucker und Aminosäuren unter Hitze bei einem pH-Wert > 3 zu komplexen Aromenvorläufern reagieren.

Speicherproteine und Saccharose bilden Maillard-Reaktionen-Vorläufer. Saccharose wird durch die Invertase zu reduzierenden Zuckern konvertiert, Speicherproteine werden durch Peptidaseenzyme zu Oligopeptiden und Aminosäuren hydrolysiert.

Die Bildung von Aldehyden, die aus Aminosäuren entstehen, spielt bei der Maillard-Reaktion eine wichtige Rolle, ebenso wie der Strecker-Abbau (Konvertierung von Aminosäuren zu Aldehyden) wodurch Pyrazine gebildet werden, die zur Entwicklung des vollen Schokoladenaromas beitragen [BECKETT, 2008; FOWLER, 1999].

Additionsprodukte von Aminosäuren und Zuckern (substituierte Amino-Carbonyle) reagieren weiter und bilden verschiedene heterocyclische Aroma-Komponenten, die oft zu einem nussig röstigen Aroma beitragen. Über 80 dieser Verbindungen sind bereits in Schokolade nachgewiesen worden [HOSKIN, 1994].

2.6.1.3 Geschmack/Flavor

Der Geschmack bzw. Flavor der unterschiedlichen Schokoladensorten ist bedingt durch die Röstdauer der Bohnen, wobei Zeit und Temperatur wichtige Komponenten darstellen. Verbrennungen müssen unbedingt vermieden werden [MORTON und MORTON, 1995].

Die fermentierte Kakaobohne erfährt bereits eine Umwandlung der Polyphenole durch Glycosidasen, Polyphenoloxidasen etc., wodurch sich das typische Kakaorot- bzw. braun sowie der typisch herb-bittere Kakaogeschmack bildet. Für den bitteren Geschmack sind weiters noch Theobromin und Koffein sowie Diketopiperazine verantwortlich [FRANZKE, 1996] (Tabelle 6).

Der saure Geschmack wird durch den Säureentzug während der Röstung und späterem Conchieren gelindert [BECKETT, 2008].

Das Conchieren hat nicht nur Einfluss auf Geruch und Textur, sondern auch auf den Geschmack. Eine geconchte Schokolade wird generell als zarter und weniger bitter beschrieben als eine ungeconchte [DIMICK und HOSKIN, 1999].

Tabelle 6: Beitrag verschiedener Verbindungen zum bitteren Geschmack bzw. Adstringenz von Kakaonibs [modifiziert nach STARK et al., 2006; BELITZ et al., 2008]

Verbindung	Geschmack/Mundgefühl
Theobromin	bitter
Koffein	bitter
Diketopiperazine	bitter
Flavan-3-ole	bitter und adstringierend
N-Phenylpropenoyl-L-Aminosäuren	adstringierend
Flavonol-Glykoside	adstringierend
cis-cyclo (L-Pro-L-Val)	bitter
cis-cyclo (L-Val-L-Leu)	bitter
cis-cyclo (L-Ala-L-Ile)	bitter
cis-cyclo (L-Ile-L-Pro)	bitter
N-[3',4'-Dihydroxy-(E)-cinnamoyl]-3-hydroxy-L-tyrosin	adstringierend
(-)-Epicatechin	adstringierend
Quercetin-3-O- β -D-glucopyranosid	adstringierend
Quercetin-3-O- β -D-galactopyranosid	adstringierend
γ -Aminobuttersäure	adstringierend
Zitronensäure	sauer
Essigsäure	sauer
Bernsteinsäure	sauer
Äpfelsäure	sauer

Weitere sensorische Schlüsselverbindungen von gerösteten Kakaonibs sind neben jenen in Tabelle 6 noch β -Aminoisobuttersäure und Organische Säuren. Unter bestimmten Voraussetzungen kann die Intensität des bitteren Geschmacks durch Wechselwirkungen von Theobromin mit Diketopiperazinen gesteigert werden [BELITZ et al., 2008; STARK et al., 2006]

In der Studie von MISNAWI et al. [2004], die mit Kakaomasse durchgeführt wurde, verringerte eine höhere Polyphenolkonzentration den Kakao-Flavor und die Viskosität. Der Rückgang im Kakao-Flavor war möglicherweise auf die wenig intensiven Geschmackskomponenten in der Kakaomasse und/oder durch Maskierung des bitteren Geschmacks bzw. adstringierenden Mundgefühls zurückzuführen. Der hohe Polyphenolgehalt erhöhte andererseits die adstringierenden und bitteren Eigenschaften der Kakaomasse signifikant ($p < 0,01$). Keine Auswirkungen hatte er auf die sauren, fruchtigen und erdigen Eigenschaften der Kakaomasse.

In Bezug auf die optimale Rösttemperatur von malaysischen Kakaobohnen ergab eine Temperatur von 150 °C für 30 Minuten die niedrigste Adstringenz und somit auch Bitterkeit und den geringsten sauren Geschmack sowie angebrannten Flavor. Die gleiche Temperatur war auch für die optimale Entfaltung des Kakaogeruchs günstig. Allgemein konnte bewiesen werden, dass mit steigender Temperatur und längerer Röstdauer, das adstringierende Mundgefühl sank, und der Kakaogeruch zunahm [RAMLI et al., 2006].

2.6.1.4 Textur/Mundgefühl

Nach DIN 10950-1 wird unter Textur die Summe aller visuellen (Struktur und Gefüge betreffend), auditiven und haptischen Eindrücke verstanden [DIN 10950-1: 1999-04].

Sowohl für Konsumenten, als auch für Schokoladenhersteller sind die Schmelzeigenschaften flüssiger Schokolade sowie deren Härte von großer Bedeutung. Ist die Schokolade einmal geschmolzen, spielen maximale Partikelgröße und Viskosität eine wichtige Rolle.

Sobald eine Vielzahl der Schokoladenpartikel größer als 30 µm ist, verursachen diese ein sandiges Zungengefühl. Die Viskosität beeinflusst aber nicht nur die Textur, sondern auch den Geschmack. Dies ist auf die Geschmacksrezeptoren auf der Zunge zurückzuführen, die unterschiedlich auf der Zunge lokalisiert sind. Die Zeit, welche die löslichen Partikel benötigen um alle Rezeptoren zu erreichen, hängt von der Viskosität ab, wodurch auch der Geschmack nicht unwesentlich von dieser beeinflusst wird. Die

Viskosität kann jedoch während des Conchierens durch Zusatz von Kakaobutter bzw. Lecithin positiv beeinflusst werden [BECKETT, 2008].

Weiters nimmt die Partikelgröße Einfluss auf Glätte bzw. Körnigkeit, Geruch, Farbe und Oberflächenglanz. Die Verflüssigung der Schokolade im Mund ist bedingt durch die schmelzende Charakteristik der Kakaobutter und ermöglicht die Wahrnehmung von Geschmacks- und Geruchsattributen.

Wie in Kapitel 2.3.1.3.1.2 dargelegt, wird die Adstringenz durch den Abfall des Polyphenolgehalts während der Fermentation und Trocknung reduziert [ALMEIDA et al., 1998; ZIEGLER und HOGG, 1999].

Die physikalischen, rheologischen und sensorischen Eigenschaften dunkler Schokolade werden überwiegend von ihrem Herstellungsprozess, der Verteilung der Partikelgröße und ihren Inhaltsstoffen bestimmt [AFOAKWA et al., 2007].

2.6.2 Faktoren, die die sensorische Qualität beeinflussen

HÖNER und FRERICHs [2007] fanden einen hoch signifikanten ($p < 0,01$) Zusammenhang zwischen der Polyphenolkonzentration und dem Kakaogehalt. Je höher der Kakaoanteil war, umso höher war auch der Gesamtpolyphenolgehalt in der Schokolade (14 Schokoladen mit einem Kakaogehalt zwischen 30 und 99 %).

Im Gegensatz dazu, bestätigte sich dieser Zusammenhang in der Arbeit von SCHWARZBACH [2002] nicht. Die untersuchten Edelbitterschokoladen hatten einen niedrigeren mittleren Polyphenolgehalt (6,75 mg/g) als die Kochschokoladen (8,46 mg/g). Genauso verhielt es sich mit der TAC, die bei den Kochschokoladen am höchsten war. Dies lässt sich entweder durch den stark schwankenden Polyphenolgehalt der einzelnen Schokoladen erklären, oder durch die Tatsache, dass bei qualitativ hochwertigen Schokoladen überwiegend intensiv fermentierte Kakaobohnen verwendet

werden. Kakaobohnen für die Kochschokoladenerzeugung werden hingegen nur kurz fermentiert.

Es wurde bisher mehrfach bewiesen, dass eine direkte Korrelation zwischen Polyphenolkonzentration und Bitterkeit bzw. Adstringenz besteht, wobei diese stärker zwischen Polyphenolgehalt und Bitterkeit ausgeprägt ist. Diese Tatsache belegt, dass ein direkter Zusammenhang zwischen unerwünschten sensorischen Attributen und phenolischen Verbindungen besteht [ALMEIDA et al., 1998; LUNA et al., 2002].

Niedermolekulare, phenolische Verbindungen tendieren dazu bitterer zu schmecken – hochmolekulare Polymere sind eher adstringierend. Deshalb ist die Bitterkeit bei Epicatechin (niedermolekular) stärker ausgeprägt als bei Catechin (hochmolekular) [NOBLE, 1994].

Schokoladen mit dem höchsten Kakaoanteil schmeckten in der Studie von THAMKE et al. [2009] am bittersten. Der bittere Geschmack korreliert somit auch mit der Höhe der Gesamtkakaotrockenmasse.

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 Material/Produkt

Das zu untersuchende Material – dunkle Schokoladen mit einem Kakaoanteil von mindestens 70 % und 85 % – bestand aus 4 Probenpaaren (insgesamt 8 Produkte).

Bewertet wurden Schokoladen folgender Produzenten (Abbildung 13):

- Confiserie Berger (A)
- Rapunzel (B) – biologisch hergestellt
- Lindt & Sprüngli (C)
- Suchard (D).

Unter den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %, betrug der Kakaogehalt von Produkt D dabei 86 %.



Abbildung 13: Schokoladensorten der verwendeten Hersteller

Alle Proben wurden im Zeitraum von 15. November bis 20. Dezember 2009 an die Universität Wien geliefert und bis zur sensorischen Analyse bei Raumtemperatur (ca. 21 °C) gelagert.

3.1.1 Zutatenliste der untersuchten Produkte

Die Zusammensetzung der einzelnen Schokoladen geht aus Tabelle 7 hervor.

Tabelle 7: Zutatenliste der verschiedenen Schokoladensorten

Produkt	Kakaoanteil	Zutaten
A	70 %	Kakaomasse, Zucker, Kakaobutter, Sojalecithin, natürliche Vanille. Spuren von Schalenobst, Milcheiweiß, Alkohol und Lactose möglich.
	85 %	Kakaomasse, Zucker, Kakaobutter, Sojalecithin, natürliche Vanille. Spuren von Schalenobst, Milcheiweiß, Alkohol und Lactose möglich.
B	70 %	Kakaomasse, Rapadura Vollrohrzucker, Cristallino Rohrzucker, Kakaobutter, Kakaopulver, Bourbon Vanille. Spuren von Sojaerzeugnissen, Milcherzeugnissen und Nüssen möglich.
	85 %	Kakaobutter, Kakaomasse, Kakaopulver, Cristallino Rohrzucker. Spuren von Sojaerzeugnissen, Milcherzeugnissen und Nüssen möglich.
C	70 %	Kakaomasse, Zucker, Kakaobutter, natürliche Bourbon Vanille. Spuren von Haselnüssen, Mandeln, Milchbestandteilen und Sojalecithin möglich.
	85 %	Kakaomasse, stark entölter Kakao, Kakaobutter, Rohrzucker, natürliche Bourbon Vanille. Spuren von Haselnüssen, Mandeln, Milchbestandteilen und Sojalecithin möglich.

D	70 %	Kakaomasse, Zucker, Kakaobutter, fettarmer Kakao, Butterreinfett, Aroma, Soja-Lecithin. Spuren von Nüssen möglich.
	86 %	Kakaomasse, Kakaobutter, fettarmer Kakao, Zucker, Aroma, Sojalecithin. Spuren von Nüssen und Milch möglich.

Gemäß der Richtlinie 2000/13/EG zur Lebensmittelkennzeichnung müssen alle Zutaten, die in der Zutatenliste angeführt sind, zum Zeitpunkt der Verarbeitung in absteigender Reihenfolge ihres Gewichtanteils aufgezählt werden [RICHTLINIE 2000/13/EG, L 109].

Zum Zeitpunkt der Verkostung waren alle Schokoladen noch bis mindestens Ende Oktober 2010 haltbar.

Nährwertangaben standen nur von den Produkten *B*, *C* und *D* zur Verfügung und sind in Tabelle 8 und Tabelle 9 aufgelistet. Von Schokolade *A* war nur die Zutatenliste bekannt.

Tabelle 8: Nährwertangaben (per 100 g) der Schokoladen *B*, *C* und *D* (70 % Kakaoanteil)

Nährwert	B	C	D
Energiewert	543 kcal	520 kcal	590 kcal
Protein	7,3 g	8,0 g	7,0 g
Kohlenhydrate	35,0 g	33,0 g	30,0 g
- davon Zucker	30,0 g	28,0 g	26,0 g
Fett	41,0 g	40,0 g	49,0 g
- davon gesättigte Fettsäuren	25,0 g	24,0 g	30,0 g
Ballaststoffe	11,2 g	5,0 g	10,5 g
Natrium	0,01 g	0,06 g	0,01 g

Tabelle 9: Nährwertangaben (per 100 g) der Schokoladen *B*, *C* und *D* (85 % Kakaoanteil)

Nährwert	B	C	D
Energiewert	622 kcal	530 kcal	605 kcal
Protein	7,0 g	11,0 g	8,6 g
Kohlenhydrate	20,0 g	19,0 g	19,0 g
- davon Zucker	15,0 g	14,0 g	14,0 g
Fett	57,0 g	46,0 g	54,5 g
- davon gesättigte Fettsäuren	34,0 g	28,0 g	33,5 g
Ballaststoffe	10,9 g	5,0 g	13,0 g
Natrium	0,01 g	0,03 g	0,01 g

Die Herkunft der Kakaobohnen der einzelnen Hersteller zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10: Herkunftsland der Kakaobohnen der untersuchten Schokoladen *A*, *B*, *C* und *D*

Schokolade	Herkunftsland	Kakaobohnensorte
A	West-Afrika	–
B	Dominikanische Republik, Bolivien	–
C	größtenteils Süd- und Zentralamerika, sowie West- Afrika	Criollo, Trinitario
	Ghana	Forastero
D	Elfenbeinküste	zumeist Trinitario

3.2 Angewandte Methoden

Die Produkte wurden mittels objektiver Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) sowie Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit (Präferenzprüfung) untersucht.

3.2.1 Quantitative Deskriptive Analyse

Die Quantitative Deskriptive Analyse zählt in der Sensorik zu den analytischen Methoden und beschreibt die Intensität von Merkmalseigenschaften der zu untersuchenden Probe [DIN 10950-1: 1999-04].

Sie setzt sich aus zwei Phasen (qualitative und quantitative Beschreibung) zusammen und wurde nach STONE et al. [1974] durchgeführt. Die sensorische Prüfung wurde gemäß DIN 10950-1: 1999-04 mit zehn geschulten Panellisten in einem eigens dafür eingerichteten Prüfraum vollzogen.

Mithilfe der QDA sollten Unterschiede in der Ausprägung der Produktattribute zwischen den Schokoladenherstellern mit gleichem Kakaoanteil (entweder 70 % oder 85 % Kakaoanteil) festgestellt werden. Weiters sollte ein Produktprofil erstellt werden, um die Intensität der Attribute der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 % zu vergleichen.

3.2.1.1 Qualitative Beschreibung

In der ersten Phase der Produktbeschreibung wurden alle relevanten Attribute der Schokoladen für Aussehen, Geruch, Geschmack/Flavor, Mundgefühl und Nachgeschmack festgelegt. Um sicher zu gehen, dass alle Panellisten jeden Begriff gleich interpretierten, wurde jeder Begriff in der Attributenliste definiert, und diesen den Prüfern während der sensorischen Analyse zur Verfügung gestellt. Die Attributenliste setzte sich aus insgesamt 33 Attributen zusammen, die in fünf Kategorien unterteilt war (Tabelle 11). Die Definitionen wurden nach VIAENE und JANUSZEWSKA [1999], SUNE et al. [2002], POPOV-RALJIC und LALICIC-PETRONIJEVIC [2009], PRINDIVILLE et al. [2000], GUINARD und

MAZZUCHELLI [1999], JOHNSEN et al. [1988] und MEDEIROS DE MELO [2009] formuliert.

Tabelle 11: Attributenliste für die Beurteilung der dunklen Schokoladen

ATTRIBUTENLISTE – DUNKLE SCHOKOLADE	
ATTRIBUT:	DEFINITION:
Optik/Aussehen	
Farbintensität der Schokolade	Beurteilung der Intensität der braunen Farbe der Schokolade: von braun bis dunkelbraun
Gleichmäßigkeit der Farbe	Beurteilung der gleichmäßigen Verteilung der Farbe auf der Schokolade: von ungleichmäßig bis sehr gleichmäßig
Farbglanz	Beurteilung der Intensität des Glanzes; das Leuchten der Farbe: von matt bis glänzend
Oberflächentextur	Beschreibt die bröckelige Struktur auf der Oberfläche, das Vorhandensein von Partikeln: von körnig/bröckelig bis glatt
Fat bloom (Fettreif)	Visueller Defekt, der sich nach einiger Zeit auf der Schokoladenoberfläche entwickelt. Zu erkennen an einer sehr dünnen Schicht von Fettkristallen an der Oberfläche der Schokolade wodurch sie ihren Glanz verliert und ein fleckiger, weicher, weißer Belag entsteht
Geruch	(von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Intensität des allgemeinen Schokoladengeruchs	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Schokoladengeruchs
Kakao-Geruch	Beurteilung der Intensität des Kakao-Geruchs, assoziiert mit dem Geruch von Kakaopulver
röstig	Beurteilung der Intensität des Geruchs von gerösteten Kakaobohnen
fruchtig	Beurteilung des Geruchs nach verschiedenen Früchten

Karamell-Geruch	Beurteilung des Geruchs von karamellisiertem Zucker, auch typisch in Toffees
erdig	Beurteilung der Intensität des erdigen Geruchs, assoziiert mit feuchter Erde
Kartongeruch	Beurteilung der Intensität des Karton-Geruchs, assoziiert mit Papier
Geschmack	(von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
süß	Beurteilung der Intensität des süßen Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Saccharose-Lösung
bitter	Beurteilung der Intensität des bitteren Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Koffeinelösung
Flavor	(von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Intensität des allgemeinen Schokoladen-Flavors	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Flavors nach Schokolade
Kakao-Flavor	Beurteilung der Intensität des Kakao-Flavors, assoziiert mit Kakaopulver
röstig	Beurteilung der Intensität des Flavors von gerösteten Kakaobohnen
fruchtig	Beurteilung des Flavors nach verschiedenen Früchten
Karamell-Flavor	Beurteilung des Flavors von karamellisiertem Zucker, auch typisch in Toffees
rauchig	Beurteilung der Intensität des verbrannten, rauchigen Flavors, assoziiert mit verbrannten Lebensmitteln
erdig	Beurteilung der Intensität des erdigen Flavors, assoziiert mit feuchter Erde
ranzig	Flavor nach oxidiertem Fett, assoziiert mit altem Fett
Karton-Flavor	Beurteilung der Intensität des Flavors nach Karton, Papier

Textur / Mundgefühl	
Härte	Beschreibt die Kraftintensität, die zum Zerbeißen des ersten Stücks Schokolade mit den Zähnen benötigt wird: von weich bis hart
adstringierend	Beurteilung des Vorhandenseins eines zusammenziehenden, trockenen, speichelarmen Mundraumes (Mundgefühl nach dem Trinken von starkem Schwarz- oder Grüntee)
Cocoa-Body (Viskosität)	Beurteilung von Fülle und Gewicht im Mund zwischen dünnflüssig bis dickflüssig
Smoothness (Glätte)	Grad der Schmelzigkeit und Löslichkeit im Mund; Vorhandensein von Partikeln in der geschmolzenen Schokolade: von körnig bis sehr glatt
mouthcoating	Beurteilung der Intensität des Belags bzw. Films auf Zunge und Lippen – nach dem hinunter schlucken
Schmelzgeschwindigkeit	Zeit bis die feste Schokolade auf der Zunge flüssig wird: von langsam bis schnell schmelzend
Adhäsivität	Grad mit der die Schokolade an den Backenzähnen anhaftet: von nicht klebrig bis sehr klebrig
Nachgeschmack	(von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Nachgeschmack allgemein	Beurteilung der Intensität des zurückbleibenden Schokoladen-Nachgeschmacks (1 Minute nach dem Hinunterschlucken)
bitterer Nachgeschmack	Beurteilung der Intensität des bitteren Nachgeschmacks (1 Minute nach dem Hinunterschlucken); Basalqualität; Geschmack der Koffeinlösung
Kakao-Nachgeschmack	Beurteilung der Intensität des Kakao-Nachgeschmacks, assoziiert mit Kakaopulver (1 Minute nach dem Hinunterschlucken)

3.2.1.2 Quantitative Beurteilung

In der zweiten Phase der QDA beurteilte das Panel die Intensität der Produktattribute der Schokoladen durch Vergabe einer Punktezahl zwischen 0 und 10, wobei 0 die niedrigste und 10 die höchste Intensität darstellte (Tabelle 12).

Um die Proben vergleichen zu können, wurden die Produkte nach Kakaoanteil getrennt beurteilt. Am 2. März 2010 erfolgte die Beurteilung der Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 70 %, am 4. März 2010 jene mit einem Kakaoanteil von 85 %. Pro Tag wurden zwei Sessions mit einem Abstand von jeweils drei Stunden durchgeführt.

Als Prüfraum diente gemäß DIN 10950-1:1999-04 ein sensorisches Labor mit folgender Ausstattung: zehn Einzelkabinen, die durch Trennwände voneinander abgegrenzt waren. In jeder Kabine befand sich eine Wasserleitung sowie -becken. Die Tische und Wände waren neutral in weiß gehalten.

Die Produktattribute wurden unter weißem Licht beurteilt, ausgenommen die Geruchsattribute, deren Bewertung unter roter Beleuchtung stattfand.

Tabelle 12: Analysenprotokoll für die Quantitative Deskriptive Analyse

Sensorische Beurteilung – Quantitative Deskriptive Analyse

(Beurteilung der Intensität der Produkteigenschaften = Attribute)

Name:

Datum:

Session: 1 ☐ 2 ☐

ATTRIBUTE	618	126	321	641
Aussehen				
Farbintensität der Schokolade				
Gleichmäßigkeit der Farbe				
Farbglanz				
Oberflächentextur				
Fettreif (fat bloom)				
Geruch				
Intensität des allg. Schokoladengeruchs				
Kakao-Geruch				
röstig				
fruchtig				
Karamell-Geruch				
erdig				
Kartongeruch				
Geschmack				
süß				
bitter				
Flavor				
Intensität des allg. Schokoladen-Flavors				
Kakao-Flavor				
röstig				

	618	126	321	641
fruchtig				
Karamell-Flavor				
rauchig				
erdig				
ranzig				
Karton-Flavor				
Textur/Mundgefühl				
Härte				
adstringierend				
Cocoa-Body (Viskosität)				
Smoothness (Glätte)				
mouthcoating				
Schmelzgeschwindigkeit				
Adhäsivität				
Nachgeschmack				
Nachgeschmack allgemein				
bitterer Nachgeschmack				
Kakao- Nachgeschmack				

Die Schokoladen wurden mit einer dreistelligen Zufallszahl codiert (Tabelle 13 bzw. Tabelle 14) und zu je ca. 5 g in Alufolie verpackt, um sie vor Fremdgerüchen zu schützen. Anschließend wurden sie auf einem Teller den Panellisten serviert.

In den Prüfkabinen befanden sich weiters Gläser mit Wasser (zur Neutralisation), das Analysenprotokoll und die Attributenliste. Die Beurteilung fand bei Raumtemperatur (ca. 21° C) statt.

Tabelle 13: Codierung der dunklen Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

Schokolade 70 %	Codierung
A	056
B	063
C	655
D	725

Tabelle 14: Codierung der dunklen Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

Schokolade 85 %	Codierung
A	321
B	641
C	126
D	618

Die Planung und Durchführung der sensorischen Analyse erfolgte durch das Computerprogramm Analsens.

3.2.1.3 Auswertung der Daten

Die Auswertung der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS Version 15.0 für Windows, MS Office Excel und Analsens durchgeführt.

Innerhalb einer Schokoladensorte wurde für jedes Produktattribut der Mittelwert aus den 20 Beurteilungen, die sich aus 10 Panellisten mit zwei Wiederholungen ergeben, berechnet. Die daraus gewonnenen Ergebnisse wurden in Form eines Spiderwebs graphisch dargestellt, wobei die Entfernung der Skalenpunkte (Mittelwert des Attributs)

vom Zentrum (Intensität 0) die Intensität des Attributs anzeigt. Anhand dessen konnten sensorische Produktprofile angefertigt werden.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS. Das Signifikanzniveau wurde in drei Kategorien unterteilt: signifikant ($p < 0,05$), hoch signifikant ($p < 0,01$), höchst signifikant ($p < 0,001$).

Zuerst wurden die Daten auf Normalverteilung (KS-Test auf Normalverteilung) sowie Varianzhomogenität (Levene-Test auf Varianzhomogenität) geprüft.

Die Ermittlung signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Attributen innerhalb einer Schokoladensorte erfolgte mittels einfaktorieller Varianzanalyse mit Duncan (Konfidenzintervall 95 %), für Vergleiche zwischen den beiden Schokoladensorten kam der t-Test für unabhängige Stichproben zum Einsatz. Zusammenhänge der Attribute untereinander wurden mittels Korrelationen nach Pearson ermittelt.

3.2.2 Rangordnungsprüfung

In vorliegender Arbeit wurde die Rangordnungsprüfung nach BUSCH-STOCKFISCH [2002] durchgeführt. Den Prüfpersonen wurden dazu die verschiedenen Schokoladenproben, getrennt nach Kakaogehalt, vorgelegt und gebeten, jeder Probe – je nach Bevorzugung – einen Rang zwischen 1 und 4 zu vergeben, und in das entsprechende Protokoll einzutragen. Die beliebteste Probe erhielt Rang 1, die am wenigsten beliebteste Rang 4, wobei jeder Rang nur einmal vergeben werden durfte. Wurde dennoch ein Rang zwei Mal vergeben, wurde aus jenen Werten, die doppelt waren, der Mittelwert gebildet.

Die Rangordnungsprüfung erfolgte an zwei Tagen (8. und 9. März 2010) mit insgesamt 60 Prüfpersonen, die jeweils vier Stück Schokolade à 5 g mit einem Kakaoanteil von 70 % und vier mit einem Kakaoanteil von 85 % verkosteten.

Um den Markennamen zu kaschieren wurden die Schokoladen mit einem dreistelligen Zufallscode versehen, mit der Prägung nach unten in Alufolie verpackt und unter roter Beleuchtung beurteilt.

Die Verkostung fand bei Raumtemperatur (ca. 21 °C) in Prüfkabinen statt. Jeder Prüfperson wurde ein Teller mit insgesamt acht Stück Schokolade sowie ein Glas Wasser (zur Neutralisierung) gereicht. Des Weiteren befand sich ein Protokollbogen in jeder Kabine (Tabelle 15).

Tabelle 15: Protokoll der Rangordnungsprüfung

Name: _____

Datum: _____

RANGORDNUNGSPRÜFUNG

(Dunkle Schokolade)

Sie erhalten zwei Mal 4 Proben (insg. 8 Proben) an unterschiedlichen dunklen Schokoladen. Bitte ordnen Sie diesen unter Berücksichtigung der Beliebtheit die Nummern 1 – 4 (1= am beliebtesten, 4= am wenigsten beliebt) zu.

Beachten Sie, dass beim Verkosten der erste Eindruck meist stimmt, weshalb unnötiges Rückkosten zu vermeiden ist!

Nummer	Rang
056	
063	
655	
725	

Nummer	Rang
321	
641	
126	
618	

3.2.2.1 Auswertung

Die Auswertung der Rangordnungsprüfung erfolgte mittels der Programme SPSS Version 15.0 für Windows und MS Office Excel.

Die Rangplätze jeder Probe wurden addiert und somit die entsprechende Rangsumme gebildet, wobei die niedrigste Rangsumme die beliebteste, und die höchste Rangsumme die am wenigsten beliebteste Probe charakterisiert.

Mittels Friedman-Test wurde auf etwaige statistisch signifikante Unterschiede in der Bevorzugung zwischen den Produkten geprüft.

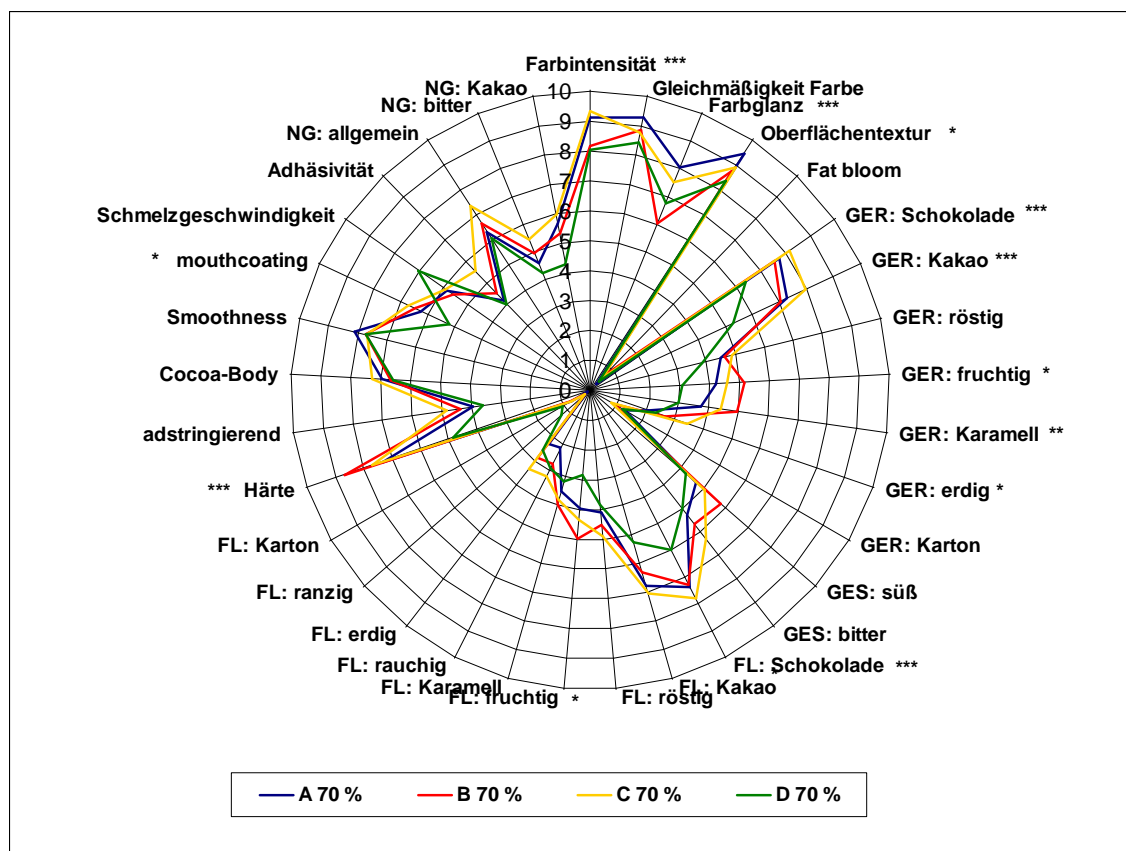
Zur Berechnung signifikanter Unterschiede in der Beliebtheit zwischen zwei ausgewählten Prüfproben, wurde der Wilcoxon-Test herangezogen.

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.1 Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)

4.1.1 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

Die Unterschiede in den 33 Attributen innerhalb der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % zeigt Abbildung 14.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, FL = Flavor, NG = Nachgeschmack

* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

Mittelwerte Session 1 und 2

Abbildung 14: Produktprofile der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

4.1.1.1 Aussehen

In den optischen Eigenschaften wiesen die Attribute Farbintensität und Farbglanz signifikante ($p=0,001$) Unterschiede auf (Abbildung 14).

In der Farbintensität wurden die Schokoladen *C* (9,3 Pkt.) und *A* (9,1 Pkt.) signifikant ($p=0,001$) höher bewertet als *B* (8,1 Pkt.) und *D* (8,0 Pkt.). Den ausgeprägtesten Farbglanz zeigte Schokolade *A* (8,1 Pkt.), die sich höchst signifikant ($p=0,001$) von Produkt *B* (6,0 Pkt.) unterschied. Zu den zwei anderen Produkten *C* (7,5 Pkt.) und *D* (6,7 Pkt.) bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Die Differenzen in der Oberflächentextur der Schokoladen waren statistisch signifikant ($p=0,04$) zwischen den Produkten *A* (9,4 Pkt.) und *D* (8,3 Pkt.).

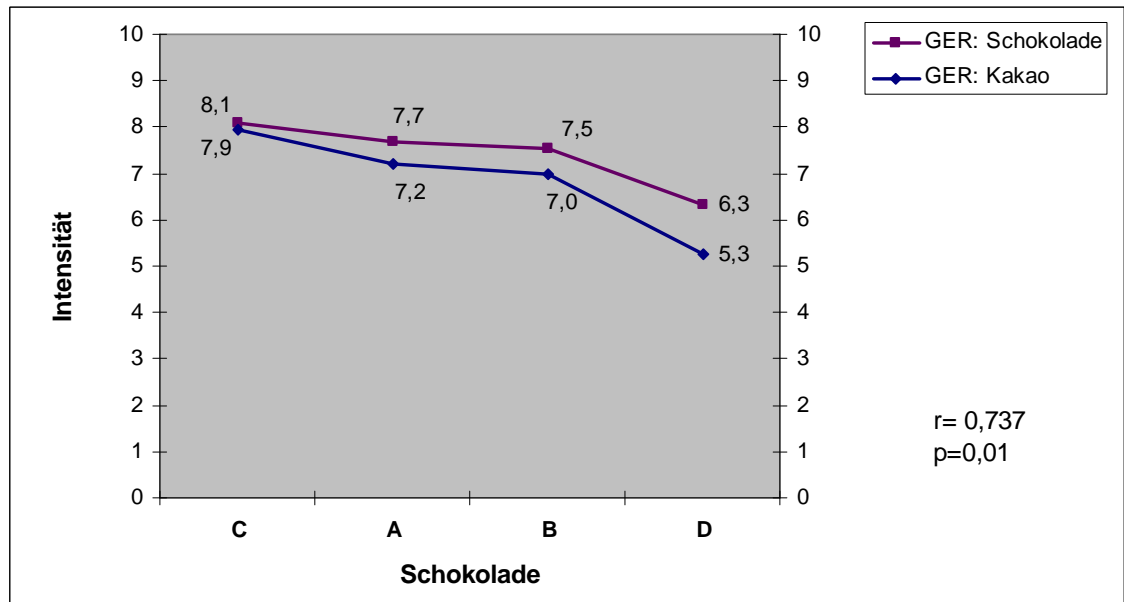
Die Farbe wurde bei Schokolade *A* (9,3 Pkt.) als gleichmäßiger beurteilt (jedoch nicht signifikant) als bei den Produkten *B* (8,9 Pkt.), *C* (8,8 Pkt.) und *D* (8,4 Pkt.). Nicht signifikant waren weiters die Unterschiede im Fat bloom, der äußerst gering ausgeprägt war. Schokolade *B* erzielte mit 0,7 Punkten den höchsten Wert, im Vergleich zu *C* (0,6 Pkt.), *D* (0,4 Pkt.) und *A* (0,3 Pkt.) (Abbildung 14).

4.1.1.2 Geruch

Bei der Betrachtung der Geruchsattribute konnten zwischen den untersuchten Schokoladen signifikante Unterschiede im Schokoladengeruch, Kakaogeruch, fruchtigen Geruch, Karamellgeruch und erdigen Geruch festgestellt werden (Abbildung 14).

Der Schokoladengeruch war bei Schokolade *C* signifikant ($p=0,001$) intensiver (8,1 Pkt) als bei Produkt *D* (6,3 Pkt). Nicht signifikant waren dagegen die Unterschiede zu den Schokoladen *A* (7,7 Pkt.) und *B* (7,5 Pkt.). Der Kakaogeruch war ebenfalls bei Schokolade *D* (5,3 Pkt.) am geringsten ausgeprägt und unterschied sich signifikant ($p=0,001$) von den Produkten *A* (7,2 Pkt.), *B* (7,0 Pkt.) und *C* (7,9 Pkt.).

Dass ein Zusammenhang zwischen Schokoladen- und Kakaogeruch besteht, konnte durch Ermittlung der Korrelation nach Pearson auf dem Signifikanzniveau von $p=0,01$ bestätigt werden (Korrelationskoeffizient $r = 0,737$) (Abbildung 15).



Abkürzung: GER = Geruch

Abbildung 15: Zusammenhang zwischen dem Schokolade- und Kakaogeruch der untersuchten Schokoladen

Sowohl im fruchtigen als auch im Karamell-Geruch war die Intensität bei Produkt *B* am stärksten, und jene von Schokolade *D* am geringsten ausgeprägt. Schokolade *D* war signifikant ($p=0,03$) weniger fruchtiger (3,1 Pkt.) als die Produkte *B* (5,2 Pkt.) und *C* (4,6 Pkt.). Auch im Karamell-Geruch zeigte Schokolade *D* die schwächste Intensität (3,0 Pkt.) und unterschied sich signifikant ($p=0,01$) von Produkt *B* (5,0 Pkt.). Die Unterschiede zu den Schokoladen *C* (4,4 Pkt.) und *A* (3,7 Pkt.) waren dagegen nicht signifikant.

Den intensivsten erdigen Geruch wies Schokolade *C* (3,4 Pkt.) auf, die sich signifikant ($p=0,045$) von den Produkten *D* (2,3 Pkt.) und *A* (2,1 Pkt.), nicht aber zu *B* (2,6 Pkt.) unterschied.

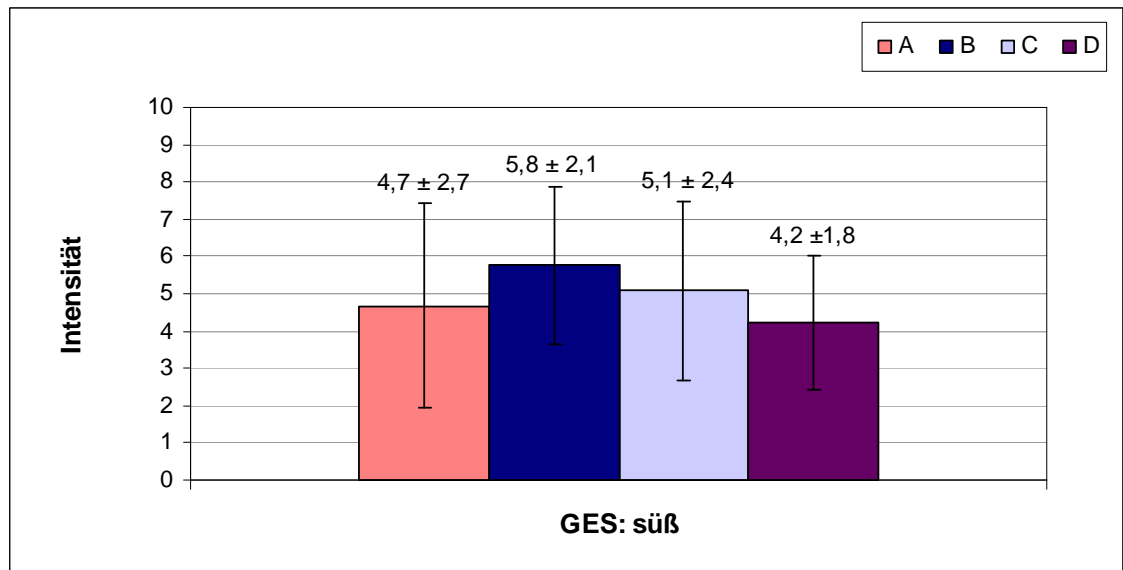
Keine signifikanten Unterschiede konnten in der Ausprägung der Geruchsattribute röstiger Geruch und Kartongeruch ermittelt werden.

Die höchste Intensität im röstigen Geruch wies Schokolade *C* (4,9 Pkt.) auf, gefolgt von den Produkten *B* (4,6 Pkt.), *A* (4,5 Pkt.) und *D* (3,9 Pkt.). Der Kartongeruch war in den untersuchten Schokoladen nur sehr gering ausgeprägt (*A* mit 1,3 Punkten, *D* mit 1,2 Punkten, *B* mit 0,9 Punkten, *C* mit 0,8 Punkten.). Die stärkere Intensität von Produkt *A* ist vermutlich auf die Art der Verpackung zurückzuführen. Schokolade *A* war die einzige, die nur auf einem beschichteten Kartonstück auflag und in einem unverschlossenen Transparentpapier mit umgebenen Karton verpackt war. Alle anderen waren luftdicht in Alufolie eingewickelt, und von einer Kartenhülle umgeben.

4.1.1.3 Geschmack

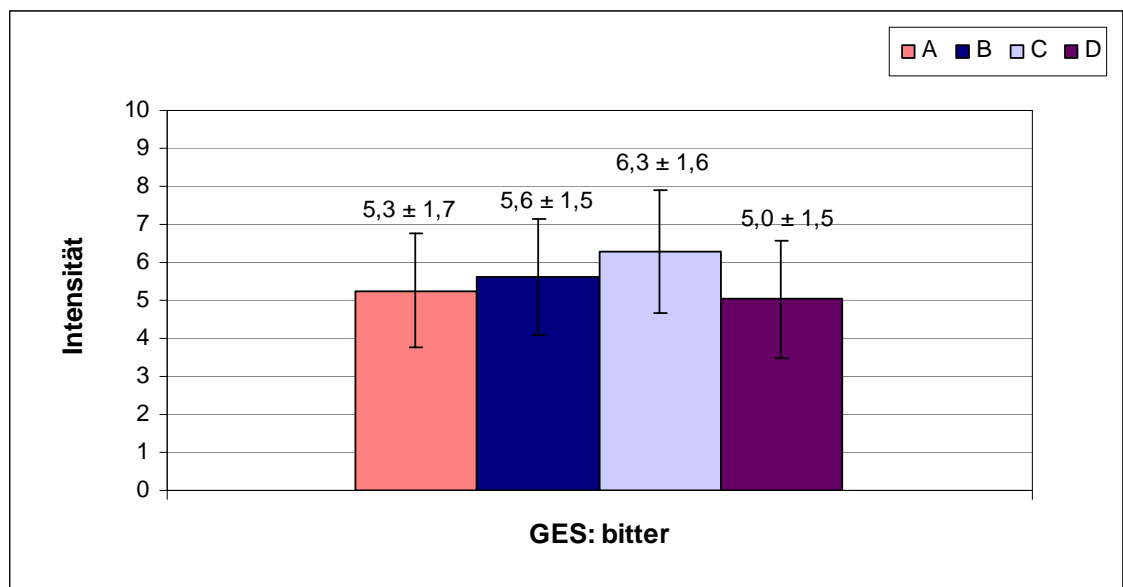
Bei der Beurteilung des süßen und bitteren Geschmacks wurden zwischen den untersuchten Schokoladen keine signifikanten Unterschiede festgestellt (Abbildung 16 und 17) – dies ist auf die hohe Streuung der Werte zurückzuführen.

Der süße Geschmack war bei Schokolade *B* (5,8 Pkt.) und *C* (5,1 Pkt.) stärker ausgeprägt als bei Produkt *A* (4,7 Pkt.) und *D* (4,2 Pkt.). Den intensivsten bitteren Geschmack zeigte Schokolade *C* (6,3 Pkt.), während *B* (5,6 Pkt.), *A* (5,3 Pkt.) und *D* (5,0 Pkt.) weniger bitter schmeckten.



Abkürzung: GES = Geschmack

Abbildung 16: Süßer Geschmack der untersuchten Schokoladen



Abkürzung: GES = Geschmack

Abbildung 17: Bittere Geschmack der untersuchten Schokoladen

4.1.1.4 Flavor

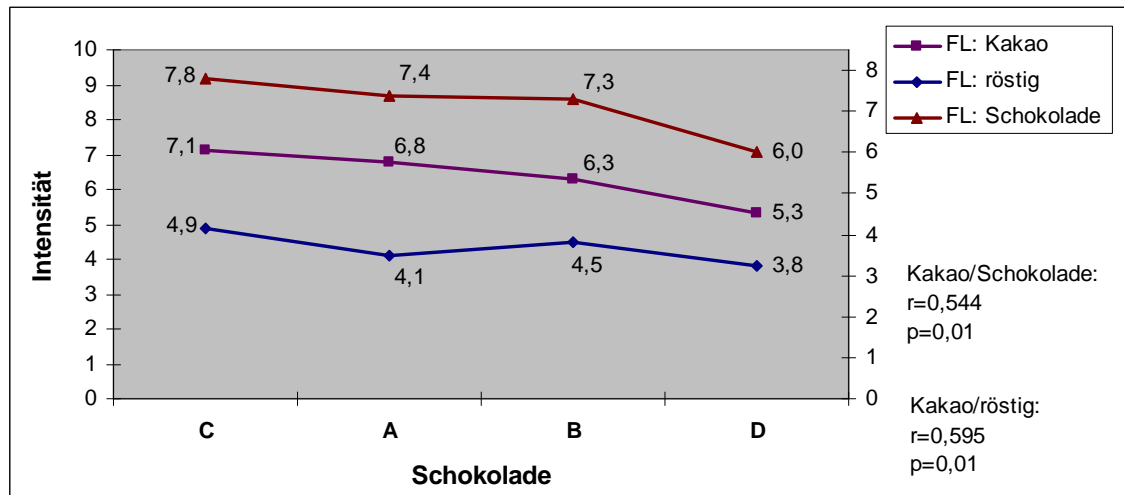
Statistisch signifikante Unterschiede konnten ausschließlich im Schokoladen- und Kakao-Flavor, sowie fruchtigen und ranzigen Flavor festgestellt werden (Abbildung 14).

Produkt *D* (6,0 Pkt.) zeigte die geringste Intensität im schokoladigen Flavor und unterschied sich signifikant ($p=0,002$) von den anderen untersuchten Schokoladen *A* (7,4 Pkt.), *B* (7,3 Pkt.) und *C* (7,8 Pkt.).

Auch im Kakao-Flavor zeigte Schokolade *D* die geringste Ausprägung (5,3 Pkt.) und wies signifikante ($p=0,006$) Unterschiede zu den Produkten *A* (6,8 Pkt.) und *C* (7,1 Pkt.), nicht jedoch zu *B* (6,3 Pkt.) auf.

Dass eine mittlere Korrelation zwischen Schokoladen- und Kakao-Flavor besteht, konnte statistisch bewiesen werden (Korrelationskoeffizient $r = 0,544$; $p=0,01$) (Abbildung 18).

Ebenso wie beim Schokoladen- und Kakao-Flavor wurde Schokolade *C* auch im röstigen Flavor am intensivsten (4,9 Pkt.) und Produkt *D* am geringsten (3,8 Pkt.) beurteilt. Die Produkte *B* und *A* lagen mit 4,5 bzw. 4,1 Punkten nur knapp dazwischen. Der Korrelationskoeffizient von $r = 0,595$ ($p=0,01$) bestätigt den Zusammenhang zwischen dem röstigen und Kakao-Flavor (Abbildung 18).

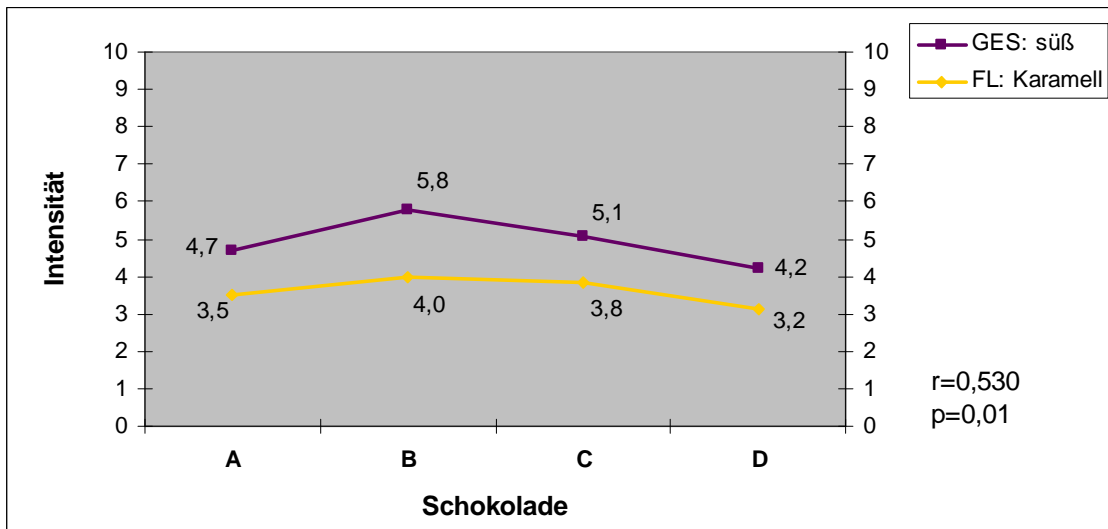


Abkürzung: FL = Flavor

Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Schokoladen- und Kakao-Flavor sowie Kakao- und röstigem Flavor der untersuchten Schokoladen

Signifikante Unterschiede konnten auch im fruchtigen Flavor beobachtet werden. So zeigte Produkt *B* (5,0 Pkt.), im Vergleich zu *A* (4,0 Pkt.) und *C* (4,3 Pkt.), signifikante Unterschiede ($p=0,03$) zu Schokolade *D* (2,8 Pkt.).

Der Karamell-Flavor war bei Schokolade *B* (4,0 Pkt.) am stärksten ausgeprägt, folgend von Produkt *C* (3,8 Pkt.), *A* (3,5 Pkt.) und *D* (3,2 Pkt.). Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Die Ausprägung des Karamell-Flavors ging mit der Intensität des süßen Geschmacks einher. Es bestand somit ein mittlerer Zusammenhang zwischen den beiden Attributen (Korrelationskoeffizient $r = 0,530$; $p=0,01$) (Abbildung 19).

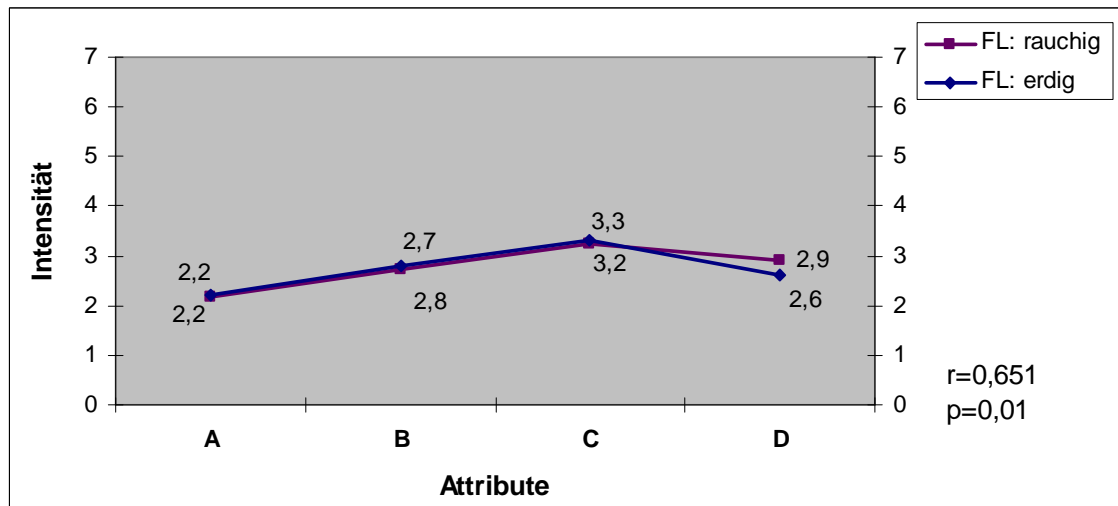


Abkürzungen: GES= Geschmack, FL = Flavor

Abbildung 19: Zusammenhang zwischen süßem Geschmack und Karamell-Flavor der untersuchten Schokoladen

Keine signifikanten Unterschiede konnten im rauchigen, erdigen und Karton-Flavor der untersuchten Schokoladen festgestellt werden.

Schokolade C war sowohl im rauchigen (3,2 Pkt.) als auch im erdigen (3,3 Pkt.) Flavor am intensivsten, in Produkt A (jeweils 2,2 Pkt.) dagegen am wenigsten intensiv. Der Zusammenhang zwischen erdigem und rauchigem Flavor war mit $r = 0,651$ signifikant ($p=0,01$) (Abbildung 20).



Abkürzung: FL = Flavor

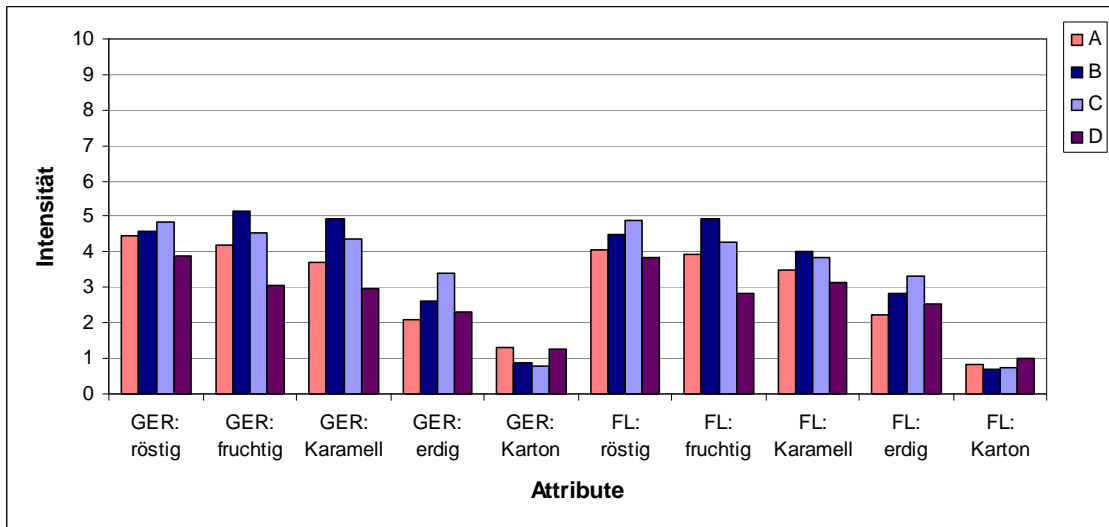
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen den Flavor-Attributen rauchig und erdig der untersuchten Schokoladen

Der Karton-Flavor war allgemein nicht sehr stark ausgeprägt, am höchsten allerdings bei Schokolade *D* (1,0 Pkt.). Der ranzige Flavor war bei Produkt *D* mit 1,3 Punkten zwar sehr gering, unterschied sich jedoch signifikant ($p=0,04$) von den anderen untersuchten Schokoladen (*C* und *B* mit 0,2 Punkten, *A* mit 0,1 Punkten).

Bei den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % korrelierten Geruch und Flavor in folgenden Attributen positiv (Tabelle 16 bzw. Abbildung 21):

Tabelle 16: Positive Korrelation der Geruchs- und Flavor-Attribute (Kakaoanteil = 70 %)

Attribut	Korrelationskoeffizient (r)	Signifikanz (p)
röstig	0,687	0,01
fruchtig	0,728	0,01
Karamell	0,571	0,01
erdig	0,608	0,01
Karton	0,678	0,01



Abkürzungen: GER = Geruch, FL = Flavor

Abbildung 21: Zusammenhang zwischen den Geruchs- und Flavor-Attributen röstig, fruchtig, Karamell, erdig und Karton der untersuchten Schokoladen

4.1.1.5 Mundgefühl/Textur

Unter den untersuchten Schokoladen war Produkt *D* mit 4,8 Punkten am wenigsten hart und unterschied sich höchst signifikant ($p=0,000$) von den Schokoladen *B* (8,6 Pkt.), *C* (7,7 Pkt.) und *A* (7,4 Pkt.) (Abbildung 14).

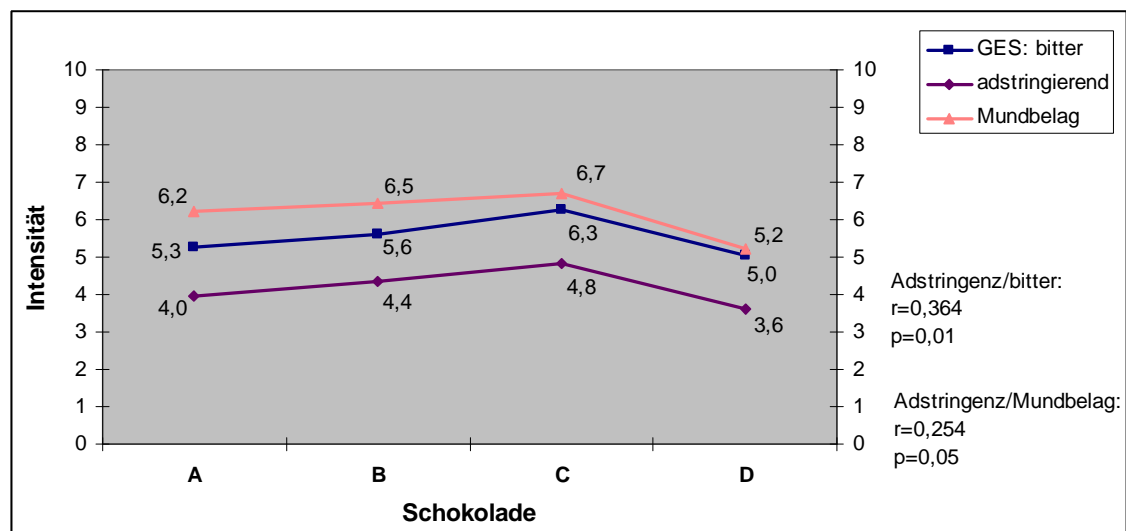
Signifikant ($p=0,016$) waren weiters die Unterschiede in der Ausprägung des Mundbelags (mouthcoating) zwischen Produkt *D* (5,2 Pkt.) und den übrigen untersuchten Schokoladen *A* (6,2 Pkt.), *B* (6,5 Pkt.) und *C* (6,7 Pkt.).

Die Intensität des adstringierenden Mundgefühls war bei Schokolade *C* am stärksten ausgeprägt (4,8 Pkt.) im Vergleich zu den Produkten *B* (4,4 Pkt.), *A* (4,0 Pkt.) und *D* (3,6 Pkt.). Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Wie aus Abbildung 22 ersichtlich, ging die Ausprägung der Adstringenz sowie des Mundbelags mit der Intensität des bitteren Geschmacks einher. So zeigte Schokolade *C* in allen drei Attributen den höchsten Wert (bitter: 6,3 Pkt., adstringierend: 4,8 Pkt.,

Mundbelag: 6,7 Pkt.) und Produkt *D* jeweils den geringsten (bitter: 5,0 Pkt., adstringierend: 3,6 Pkt., Mundbelag: 5,2 Pkt.).

Statistisch konnte ein geringer Zusammenhang zwischen dem bitteren Geschmack und der Adstringenz (Korrelationskoeffizient $r = 0,364$, $p=0,01$) sowie zwischen dem Mundbelag und der Adstringenz (Korrelationskoeffizient $r = 0,254$, $p=0,05$) gefunden werden. Keine Korrelation zeigte der bittere Geschmack mit dem Mundbelag.



Abkürzung: GES = Geschmack

Abbildung 22: Zusammenhang zwischen den Attributen bitter und Adstringenz sowie Mundbelag und Adstringenz der untersuchten Schokoladen

Weitere Attribute der untersuchten Schokoladen, wie Cocoa-Body (Viskosität), Smoothness (Glattheit), Schmelzgeschwindigkeit und Adhäsivität zeigten keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 14).

In Schokolade *C* war sowohl die Viskosität (7,3 Pkt.) als auch die Adhäsivität (5,5 Pkt.) am stärksten ausgeprägt, in Produkt *D* hingegen am wenigsten (6,6 Pkt. bzw. 4,0 Pkt.). Die höchste Glattheit zeigte Schokolade *A* (8,1 Pkt.), die höchste Schmelzgeschwindigkeit wies dagegen Produkt *D* (7,0 Pkt.) auf.

Eine geringe negative Korrelation (Korrelationskoeffizient $r = -0,401$, $p=0,01$) konnte zwischen der Schokoladenhärte und der Schmelzgeschwindigkeit festgestellt werden, d.h. je härter die Schokolade war, umso langsamer schmolz sie (Abbildung 23).

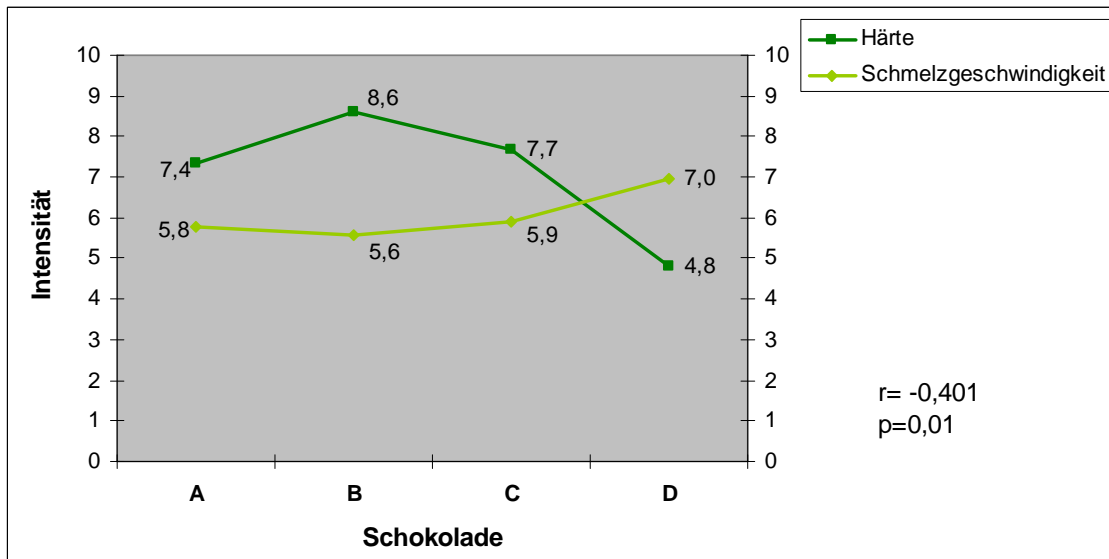
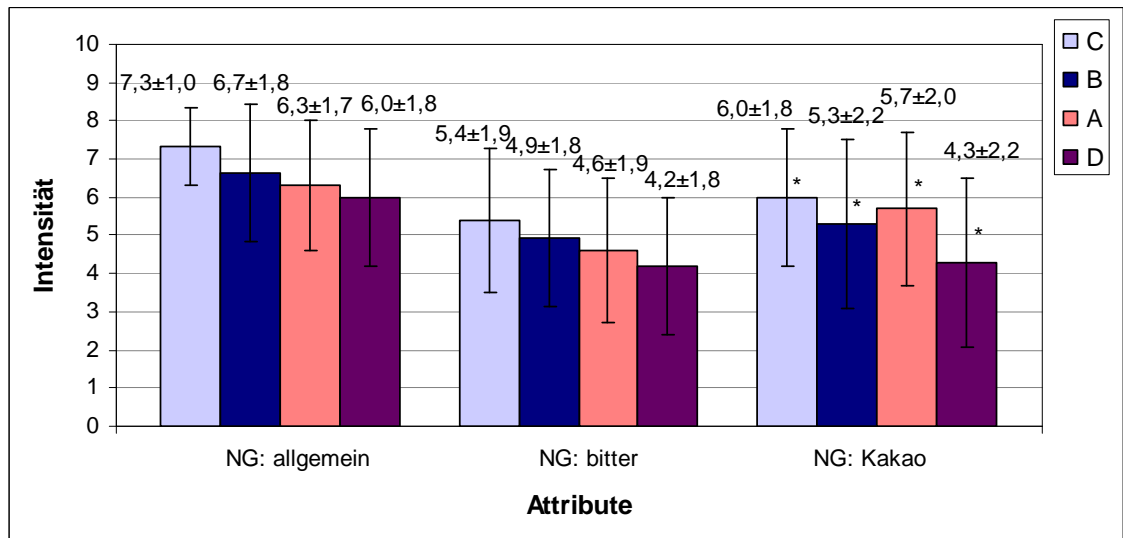


Abbildung 23: Zusammenhang zwischen Härte und Schmelzgeschwindigkeit der untersuchten Schokoladen

4.1.1.6 Nachgeschmack

Alle drei Nachgeschmacks-Attribute waren bei Produkt C am intensivsten, und bei Schokolade D am geringsten ausgeprägt (Abbildung 24).

Signifikant ($p=0,05$) waren die Unterschiede nur im Kakao-Nachgeschmack und zwar zwischen den Schokoladen D (4,3 Pkt.) und A (5,7 Pkt.) sowie D und C (6,0 Pkt.).

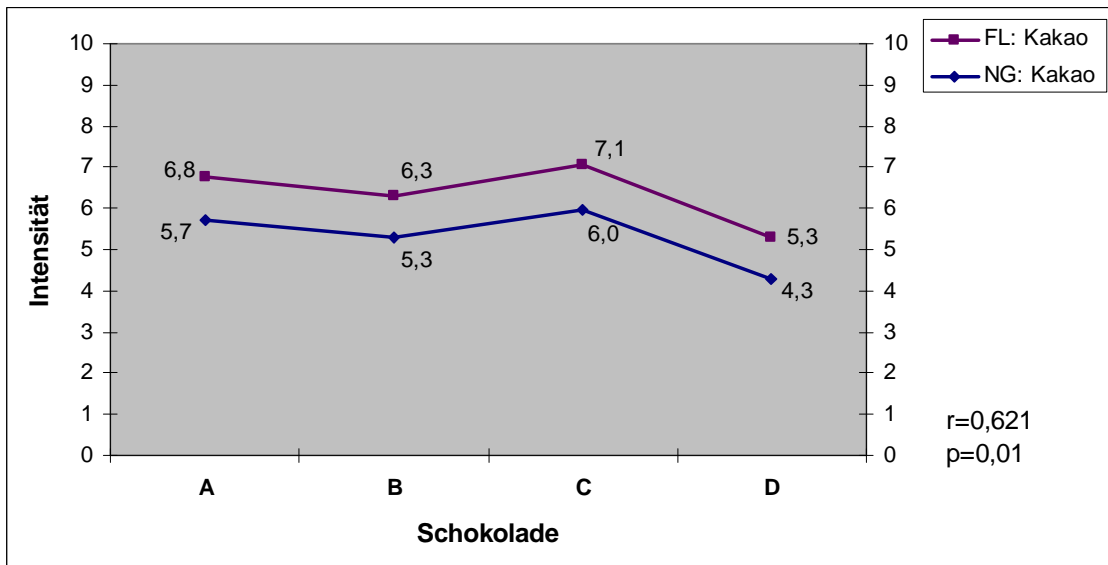


Abkürzung: NG = Nachgeschmack

* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

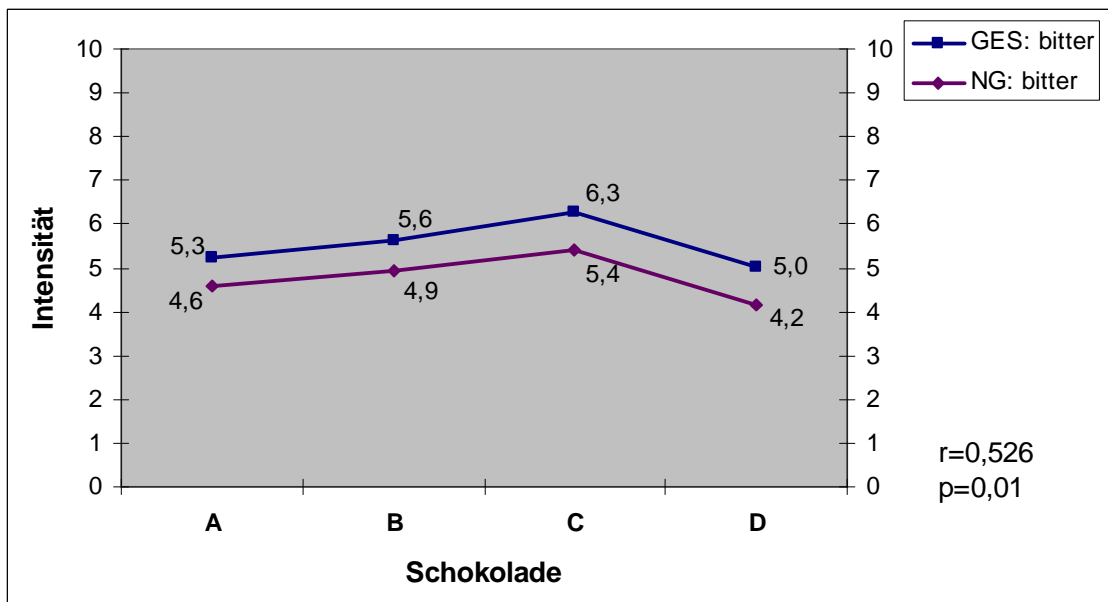
Abbildung 24: Ausprägung der Nachgeschmacks-Attribute allgemein, bitter und Kakao der untersuchten Schokoladen

Ein mittlerer Zusammenhang bestand zwischen dem Kakao-Flavor und Kakao-Nachgeschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,621$, $p=0,01$) sowie dem bitteren Geschmack und Nachgeschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,526$, $p=0,01$) (Abbildung 25 und 26).



Abkürzungen: FL = Flavor, NG = Nachgeschmack

Abbildung 25: Zusammenhang zwischen dem Flavor- und Nachgeschmacks-Attribut Kakao der untersuchten Schokoladen

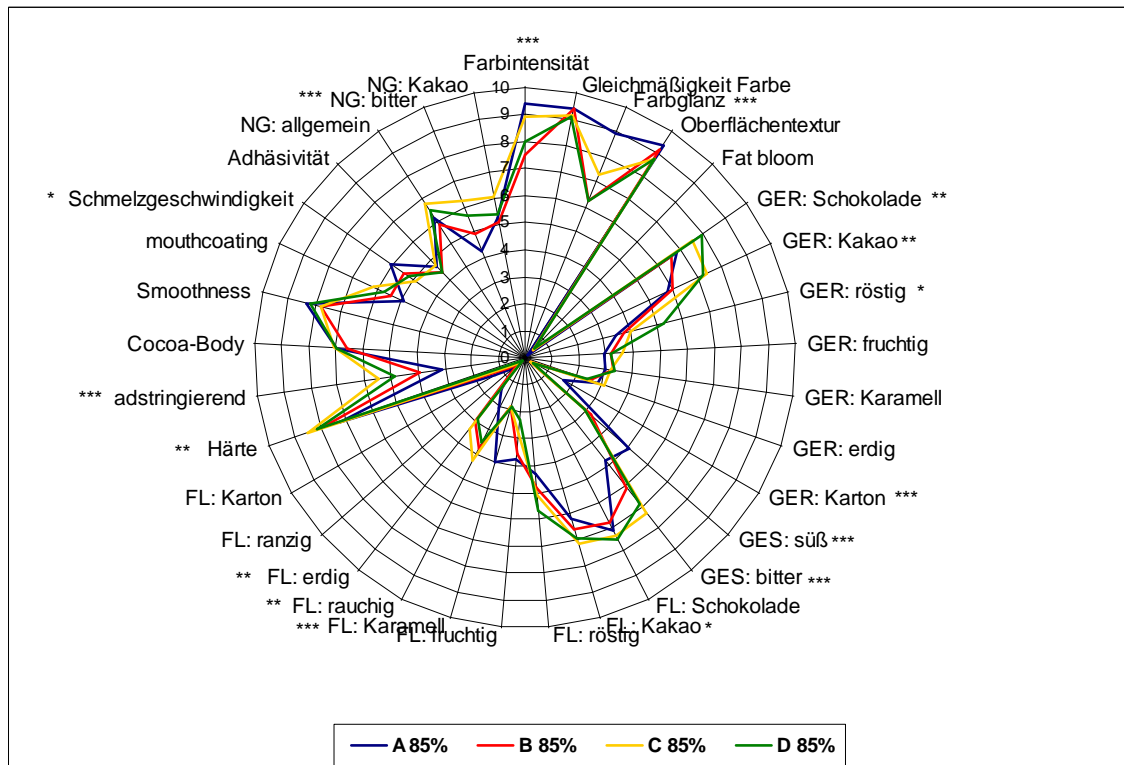


Abkürzungen: GES = Geschmack, NG = Nachgeschmack

Abbildung 26: Zusammenhang zwischen dem Geschmacks- und Nachgeschmacks-Attribut bitter der untersuchten Schokoladen

4.1.2 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

Die Unterschiede in den 33 Attributen innerhalb der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % sind in Abbildung 27 dargestellt.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, FL = Flavor, NG = Nachgeschmack

* = signifikant bis $p=0,05$; ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

Mittelwerte Session 1 und 2

Abbildung 27: Produktprofile der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

4.1.2.1 Aussehen

In der Farbintensität wurden die untersuchten Schokoladen *A* (9,4 Pkt.) und *C* (8,9 Pkt.) signifikant höher ($p=0,000$) bewertet als die Produkte *D* (7,9 Pkt.) und *B* (7,5 Pkt.). Den intensivsten Farbglanz zeigte Schokolade *A* (8,9 Pkt.), die sich höchst signifikant ($p=0,000$) von den Produkten *B* und *D* (jeweils 6,2 Pkt.) unterschied. Nicht signifikant waren dagegen die Unterschiede von Schokolade *A*, *B* und *D* zu *C* (7,3 Pkt.) (Abbildung 27).

Die Attribute Gleichmäßigkeit der Farbe sowie Oberflächentextur der untersuchten Schokoladen wurden relativ ähnlich beurteilt und zeigten daher keine signifikanten Unterschiede. Die Farbe war jedoch bei den Schokoladen *A* und *B* am gleichmäßigsten (jeweils 9,4 Pkt.) und deren Oberfläche am glättesten (9,3 bzw. 9,1 Pkt.). Schokolade *D* wies in beiden Attributen die geringste Intensität (9,0 Pkt. bzw. 8,7 Pkt.) auf.

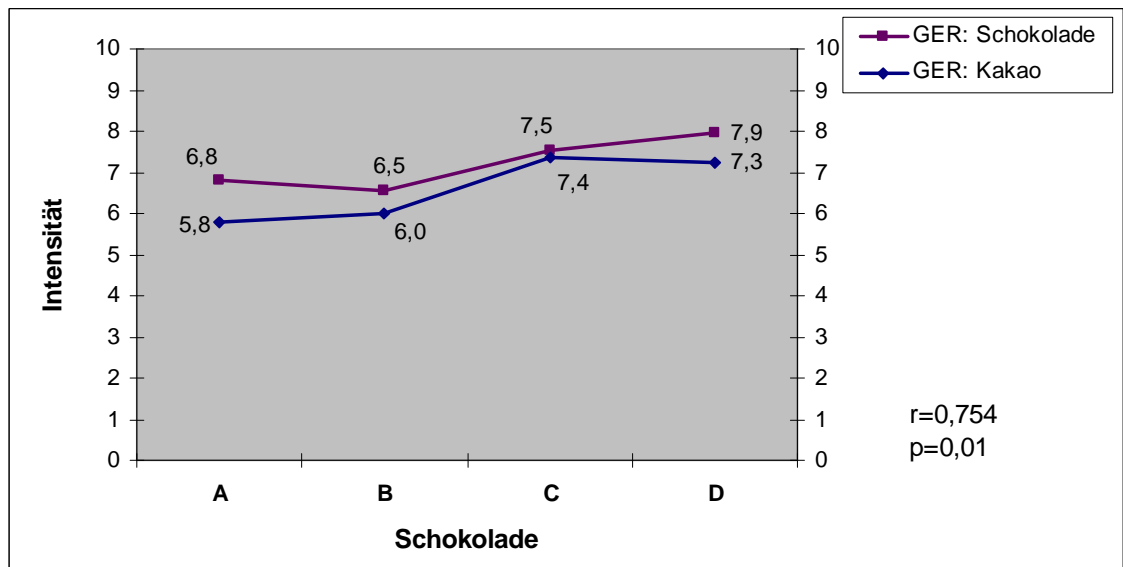
Ähnlich wie bei den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % zeigten auch jene mit einem Kakaoanteil von 85 % eine geringe Ausprägung des Attributs Fat bloom. Den höchsten Wert wiesen dennoch die Produkte *B* und *D* (jeweils 0,5 Punkte) auf.

4.1.2.2 Geruch

In den Geruchsattributen konnten innerhalb der untersuchten Schokoladen signifikante Unterschiede im Schokoladengeruch, Kakaogeruch sowie röstigen Geruch festgestellt werden (Abbildung 27).

Der Schokoladengeruch war bei Produkt *D* mit 7,9 Punkten am intensivsten ausgeprägt und unterschied sich signifikant ($p=0,008$) von Schokolade *B* (6,5 Pkt.), nicht aber von *C* (7,5 Pkt.) und *A* (6,8 Pkt.). Der Kakaogeruch war in den Produkten *C* (7,5 Pkt.) und *D* (7,3 Pkt.) signifikant ($p=0,004$) intensiver als bei Schokolade *A* (5,8 Pkt.). Zu Produkt *B* (6,0 Pkt.) bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Auch in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % korrelierten Schokoladengeruch und Kakaogeruch positiv (Korrelationskoeffizient $r = 0,754$, $p=0,01$) (Abbildung 28).



Abkürzung: GER = Geruch

Abbildung 28: Zusammenhang zwischen dem Schokolade- und Kakaogeruch der untersuchten Schokoladen

Die höchste Intensität im röstigen Geruch zeigte Schokolade *D* (5,3 Pkt.), welche sich signifikant ($p=0,024$) von den anderen untersuchten Produkten *C* (4,0 Pkt.), *B* (3,8 Pkt.) und *A* (3,4 Pkt.) unterschied.

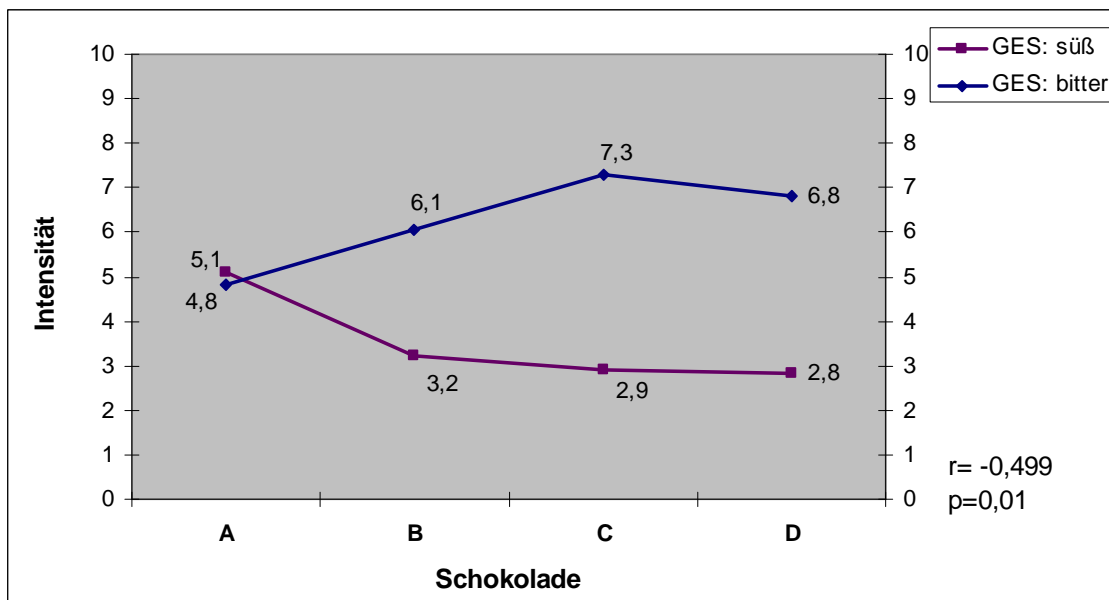
Keine signifikanten Unterschiede konnten in der Ausprägung der Geruchsattribute fruchtig (*C* mit 3,6 Punkten, *D* mit 3,2 Punkten, *B* mit 3,1 Punkten, *A* mit 2,9 Punkten), Karamell (*D* mit 3,4 Punkten, *B* mit 3,3 Punkten, *C* mit 3,2 Punkten, *A* mit 3,0 Punkten) und erdig (*C* mit 3,0 Punkten, *A* mit 2,8 Punkten, *D* und *B* mit 2,5 Punkten) festgestellt werden (Abbildung 27).

Im Kartongeruch unterschied sich Schokolade *A* (1,6 Pkt.) höchst signifikant ($p=0,000$) von den anderen untersuchten Schokoladen *D* (0,4 Pkt.), *C* (0,3 Pkt.) und *B* (0,2 Pkt.).

4.1.2.3 Geschmack

Den süßesten Geschmack wies Schokolade A mit 5,1 Punkten auf, die sich höchst signifikant ($p=0,000$) von den Produkten B (3,2 Pkt.), C (2,9 Pkt.) und D (2,8 Pkt.) unterschied. Der bittere Geschmack war bei Schokolade A dagegen am geringsten ausgeprägt (4,8 Pkt.), welche sich höchst signifikant ($p=0,000$) von der Bitterkeit der Produkte D (6,8 Pkt.) und C (7,3 Pkt.), jedoch nicht von B (6,1 Pkt.) unterschied (Abbildung 27).

Die negative Korrelation (Korrelationskoeffizient $r = -0,499$, $p=0,01$) bestätigt die Annahme, dass mit steigenden bitteren Geschmack der süße Geschmack abnimmt (Abbildung 29).



Abkürzung: GES = Geschmack

Abbildung 29: Zusammenhang zwischen süßem und bitteren Geschmack der untersuchten Schokoladen

4.1.2.4 Flavor

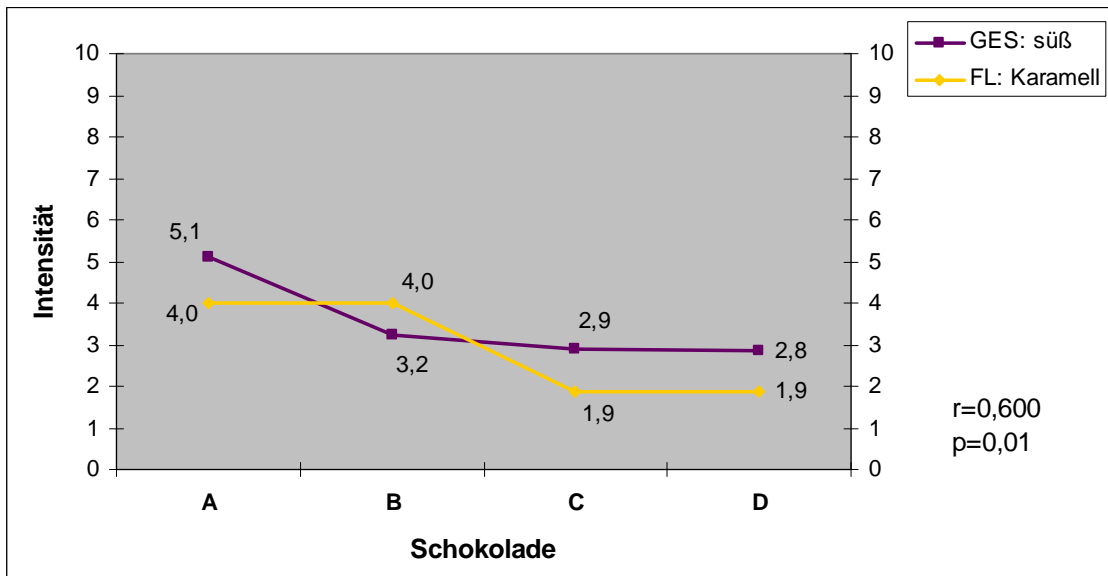
Die höchste Intensität im Schokoladen-Flavor zeigte Produkt *D* mit 7,5 Punkten, folgend von Schokolade *C* (7,3 Pkt.), *A* (7,2 Pkt.) und *B* (6,7 Pkt.). Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant (Abbildung 27).

Der Kakao-Flavor war bei Schokolade *C* am stärksten ausgeprägt (7,2 Pkt.) und unterschied sich signifikant ($p=0,048$) von Produkt *A* (6,2 Pkt.). Den intensivsten röstigen Flavor wies Produkt *D* (5,7 Pkt.) auf. Der Unterschied im Vergleich zu den Schokoladen *C* (5,1 Pkt.), *B* (4,8 Pkt.) und *A* (4,3 Pkt.) war jedoch nicht signifikant.

Keine signifikanten Unterschiede konnten weiters in der Ausprägung der Flavor-Attribute fruchtig (*A* mit 3,8 Punkten, *B* mit 3,5 Punkten, *C* mit 2,8 Punkten, *D* mit 2,3 Punkten), ranzig (*A* mit 0,6 Punkten, *B* mit 0,4 Punkten, *C* und *D* mit 0,2 Punkten) und Karton (*A* mit 1,3 Punkten, *B* mit 0,7 Punkten, *C* mit 0,6 Punkten, *D* mit 0,3 Punkten) der untersuchten Schokoladen festgestellt werden. Der ausgeprägte Kartongeruch- und Flavor von Schokolade *A* lässt sich auch in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % auf die Art der Verpackung zurückführen.

Bei der Beurteilung des Karamell-Flavors sowie des rauchigen und erdigen Flavors konnten signifikante Unterschiede unter den untersuchten Schokoladen festgestellt werden.

Am stärksten nach Karamell schmeckte Schokolade *A* (4,0 Pkt.), wodurch sie sich höchst signifikant ($p=0,000$) von den Produkten *B*, *C* (jeweils 1,9 Pkt.) und *D* (1,8 Pkt.) unterschied. Zwischen der Ausprägung des süßen Geschmacks und des Karamell-Flavors zeigte sich eine mittlere Korrelation (Korrelationskoeffizient $r = 0,600$, $p=0,01$) (Abbildung 30).



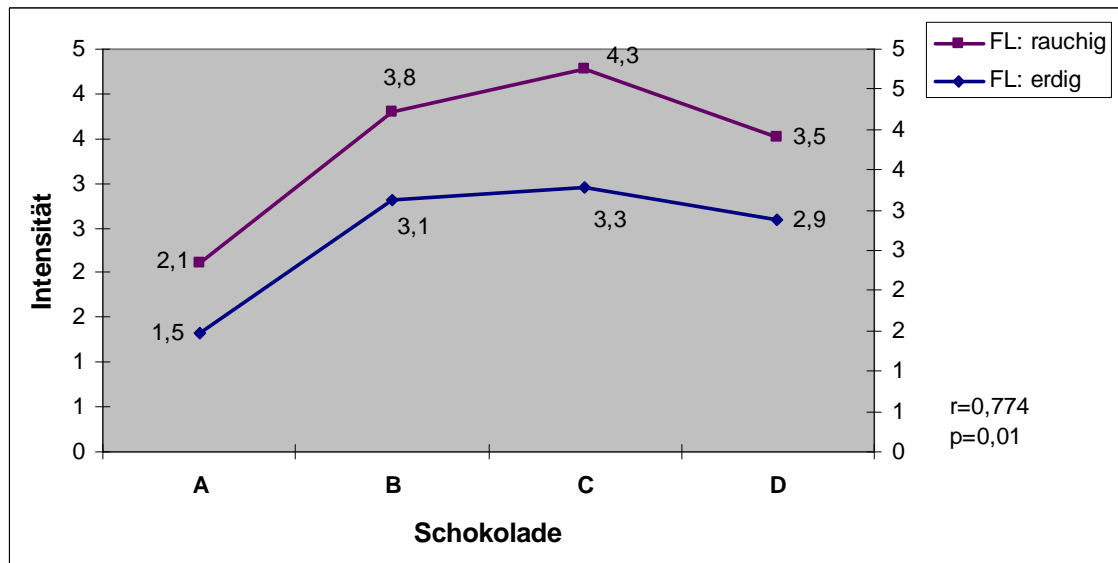
Abkürzungen: GES = Geschmack, FL = Flavor

Abbildung 30: Zusammenhang zwischen süßem Geschmack und Karamell-Flavor der untersuchten Schokoladen

Die Ausprägung der Flavor-Attribute rauchig und erdig zeigte einen signifikanten ($p=0,01$) Zusammenhang (Korrelationskoeffizient $r = 0,774$) (Abbildung 31).

Am wenigsten rauchig war Schokolade A (2,1 Pkt.), welche sich signifikant ($p=0,003$) von den Produkten B (3,8 Pkt.) und C (4,3 Pkt.) unterschied. Schokolade D (3,5 Pkt.) zeigte im rauchigen Flavor, im Vergleich zu den anderen untersuchten Produkten, keine signifikanten Unterschiede.

Der erdige Flavor war – ähnlich dem rauchigen Flavor – in Schokolade C am stärksten ausgeprägt (3,3 Pkt.) und in Produkt A (1,5 Pkt.) am geringsten, die sich somit signifikant ($p=0,008$) von C, D (2,9 Pkt.) und B (3,0 Pkt.) unterschied.



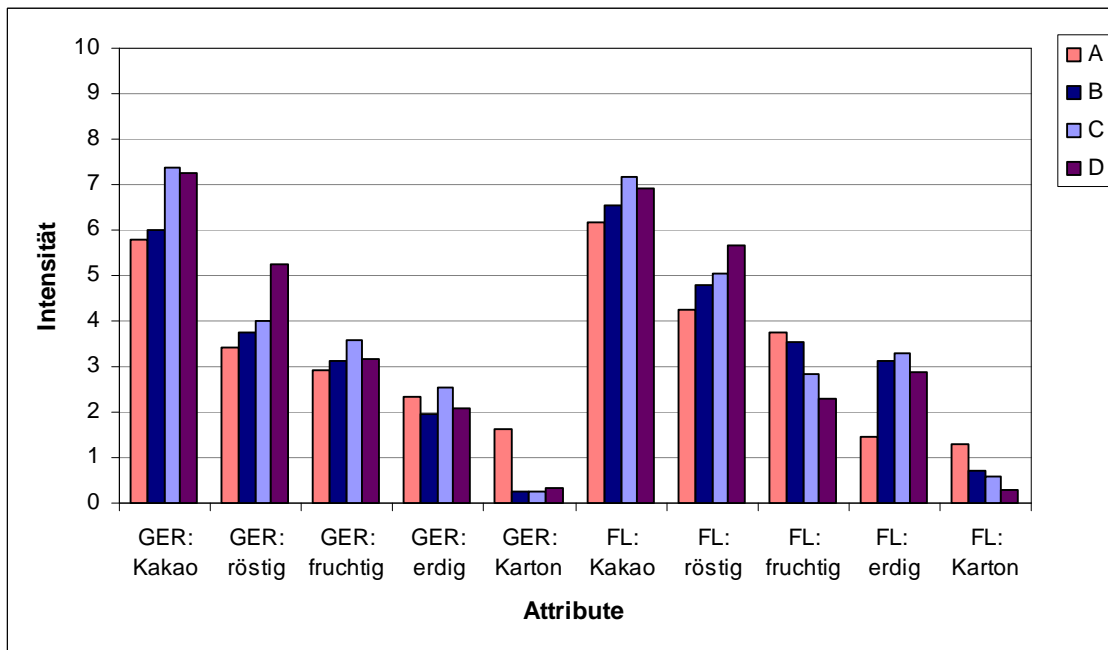
Abkürzung: FL = Flavor

Abbildung 31: Zusammenhang zwischen rauchigem und erdigem Flavor der untersuchten Schokoladen

Innerhalb der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % ergaben folgende Attribute eine positive Korrelation zwischen Geruch und Flavor (Tabelle 17 bzw. Abbildung 32):

Tabelle 17: Positive Korrelation der Geruchs- und Flavor-Attribute (Kakaoanteil = 85 %)

Attribut	Korrelationskoeffizient (r)	Signifikanz (p)
Kakao	0,670	0,01
röstig	0,573	0,01
fruchtig	0,695	0,01
erdig	0,680	0,01
Karton	0,654	0,01



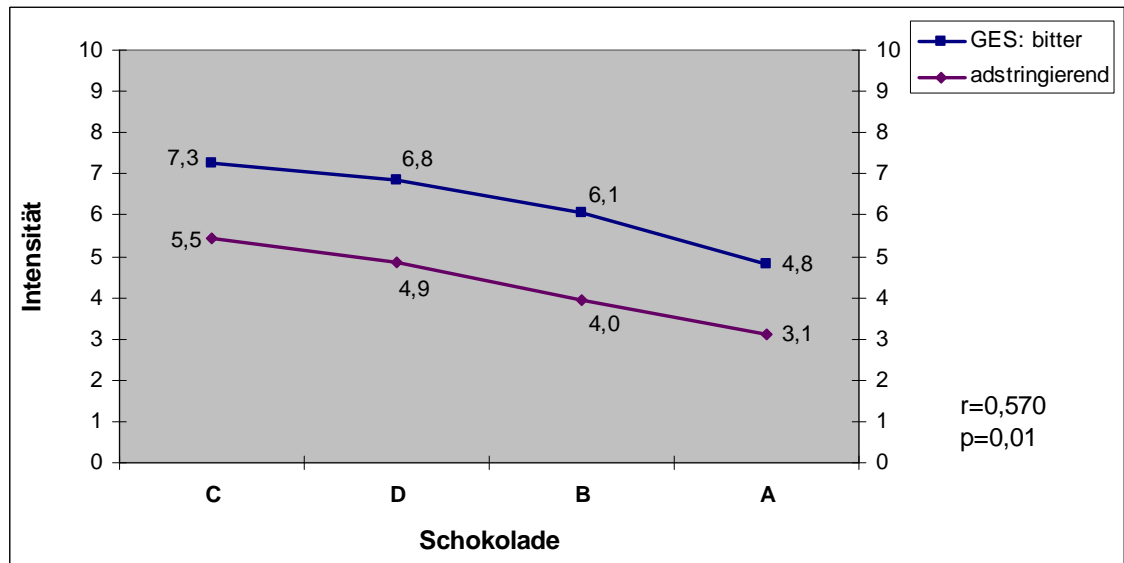
Abkürzungen: GER = Geruch, FL = Flavor

Abbildung 32: Zusammenhang zwischen den Geruchs- und Flavor-Attributen Kakao, röstig, fruchtig, erdig und Karton der untersuchten Schokoladen

4.1.2.5 Mundgefühl/Textur

Die Unterschiede in der Härte der untersuchten Schokoladen waren signifikant ($p=0,006$) zwischen den Produkten *C* (8,5 Pkt.) und *A* (7,2 Pkt.). Schokolade *C* zeigte auch die höchste Adstringenz (5,5 Pkt.) wodurch sie sich signifikant ($p=0,001$) von Produkt *A* (3,1 Pkt.) unterschied, nicht aber von *B* (4,0 Pkt.) und *D* (4,9 Pkt.) (Abbildung 27).

Der Test auf Korrelation ergab einen signifikant ($p=0,01$) mittleren Zusammenhang zwischen Adstringenz und bitteren Geschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,570$) (Abbildung 33).



Abkürzung: GES = Geschmack

Abbildung 33: Zusammenhang zwischen bitteren Geschmack und adstringierenden Mundgefühl der untersuchten Schokoladen

Die höchste Schmelzgeschwindigkeit zeigte Schokolade A (6,0 Pkt.), somit unterschied sie sich in dieser Eigenschaft signifikant ($p=0,026$) von Produkt C (4,9 Pkt.).

In der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % konnte nur eine sehr geringe negative Korrelation zwischen der Schokoladenhärte und der Schmelzgeschwindigkeit festgestellt werden (Korrelationskoeffizient $r = -0,138$, nicht signifikant). So schmolzen jene Produkte, die am härtesten waren zugleich am langsamsten (Abbildung 34).

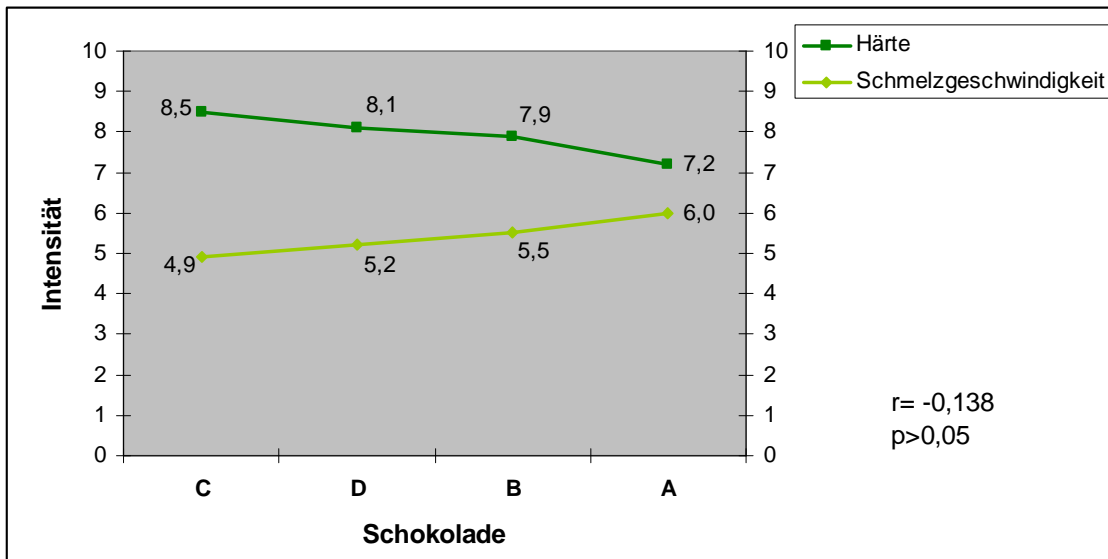


Abbildung 34: Zusammenhang zwischen den Attributen Härte und Schmelzgeschwindigkeit der untersuchten Schokoladen

Die Attribute Cocoa-Body (Viskosität), Smoothness (Glattheit), Mundbelag (mouthcoating) und Adhäsivität der untersuchten Schokoladen zeigten keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 27).

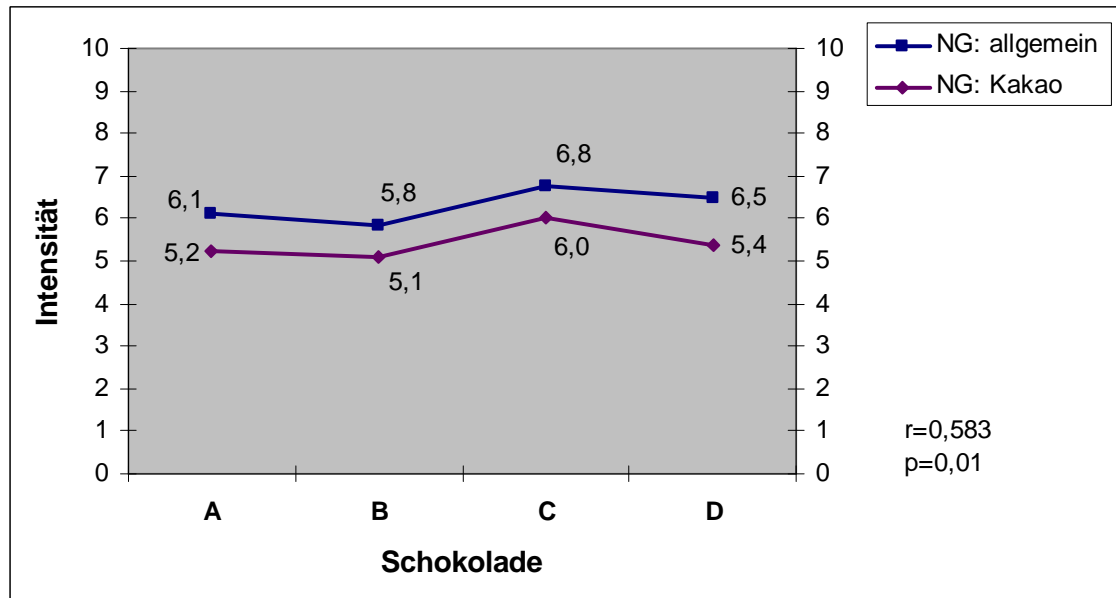
Die höchste Viskosität erreichte Schokolade *C* mit 7,0 Punkten, die niedrigste Produkt *B* mit 6,5 Punkten. Stark ausgeprägt war die Glattheit in Schokolade *A* (8,3 Pkt.), am wenigsten glatt waren die Produkte *B* und *C* (jeweils 7,8 Pkt.). In der Adhäsivität wurden die Schokoladen *C* (4,8 Pkt.), *A* (4,7 Pkt.), *D* und *B* (jeweils 4,4 Pkt.) sehr ähnlich bewertet.

Der Mundbelag war bei Schokolade *C* (6,2 Pkt.) am stärksten ausgeprägt, folgend in den Produkten *D* (5,8 Pkt.), *B* (5,5 Pkt.) und *A* (4,9 Pkt.).

4.1.2.6 Nachgeschmack

Ähnlich wie bei den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % war Produkt *C* in den Nachgeschmacks-Attributen am intensivsten ausgeprägt (Abbildung 27).

Die Intensität des allgemeinen Nachgeschmacks ging mit jener des Kakao Nachgeschmacks einher (Korrelationskoeffizient $r = 0,583$, $p=0,01$) (Abbildung 35). So zeigte Schokolade C im allgemeinen Nachgeschmack (6,8 Pkt.) und im Kakao-Nachgeschmack (6,0 Pkt.) die höchste, Produkt B (5,8 Pkt. bzw. 5,1 Pkt.) dagegen die niedrigste Intensität. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

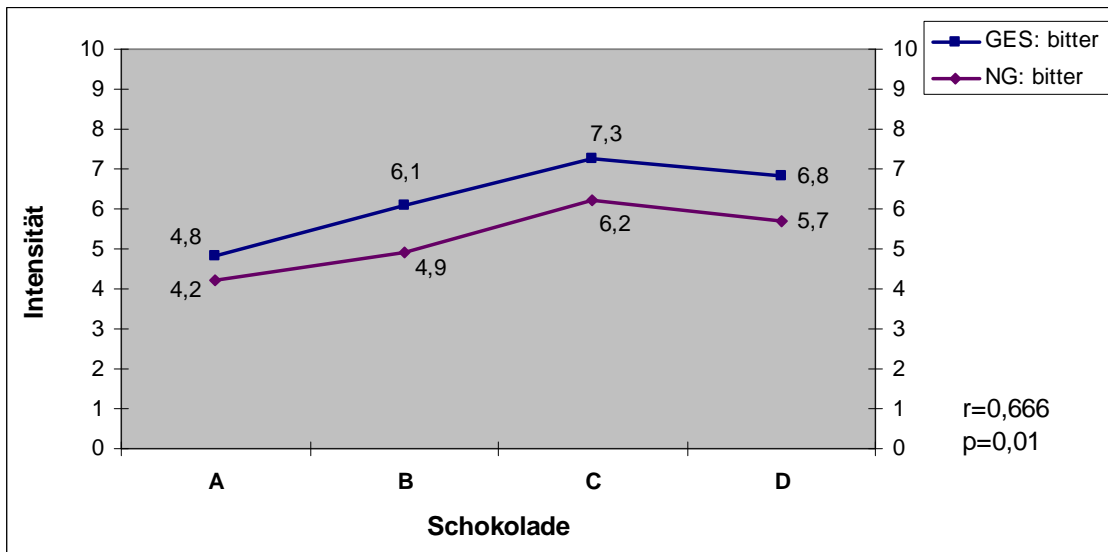


Abkürzung: NG = Nachgeschmack

Abbildung 35: Zusammenhang zwischen den Nachgeschmacks-Attributen allgemein und Kakao der untersuchten Schokoladen

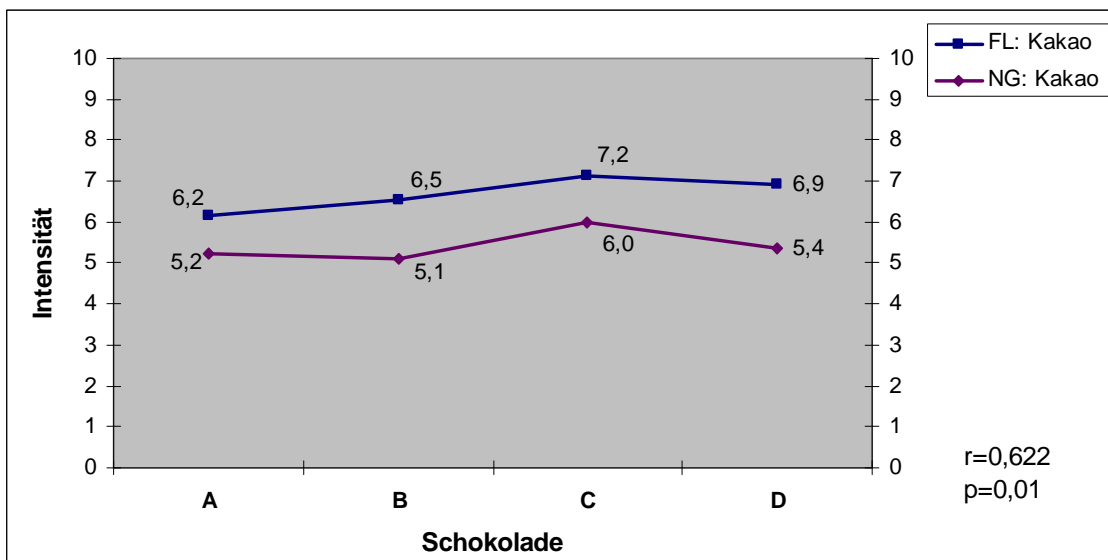
Die Intensität des bitteren Nachgeschmacks zeigte höchst signifikante ($p=0,001$) Unterschiede zwischen den Schokoladen C (6,2 Pkt.) und A (4,2 Pkt.). Zu den Produkten D (5,7 Pkt.) und B (4,9 Pkt.) bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Die Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % zeigten – ähnlich wie die Schokoladen mit 70%igem Kakaoanteil – eine signifikante Korrelation zwischen dem bitteren Geschmack und Nachgeschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,666$, $p=0,01$) und dem Kakao-Flavor und Kakao-Nachgeschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,622$, $p=0,01$) (Abbildung 36 und 37).



Abkürzungen: GES = Geschmack, NG = Nachgeschmack

Abbildung 36: Zusammenhang zwischen bitterem Geschmack und Nachgeschmack der untersuchten Schokoladen



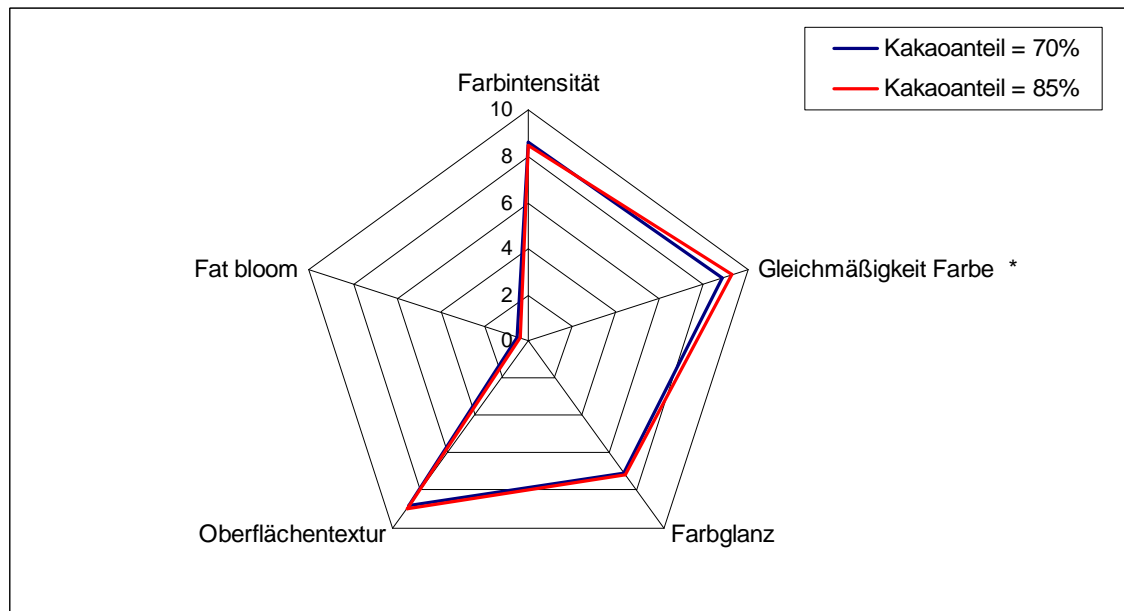
Abkürzungen: GES = Geschmack, NG = Nachgeschmack

Abbildung 37: Zusammenhang zwischen Kakao-Flavor und Nachgeschmack der untersuchten Schokoladen

4.1.3 Vergleich der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %

4.1.3.1 Aussehen

Beim Vergleich der beiden Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 % ließen sich in den Aussehens-Attributen nur sehr geringe Abweichungen feststellen (Abbildung 38). Signifikante Unterschiede ($p=0,018$) zeigten sich nur in der Gleichmäßigkeit der Farbe. Farbintensität, Farbglanz, Oberflächentextur sowie Fat bloom wurden in beiden Schokoladenarten sehr ähnlich bewertet.



* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

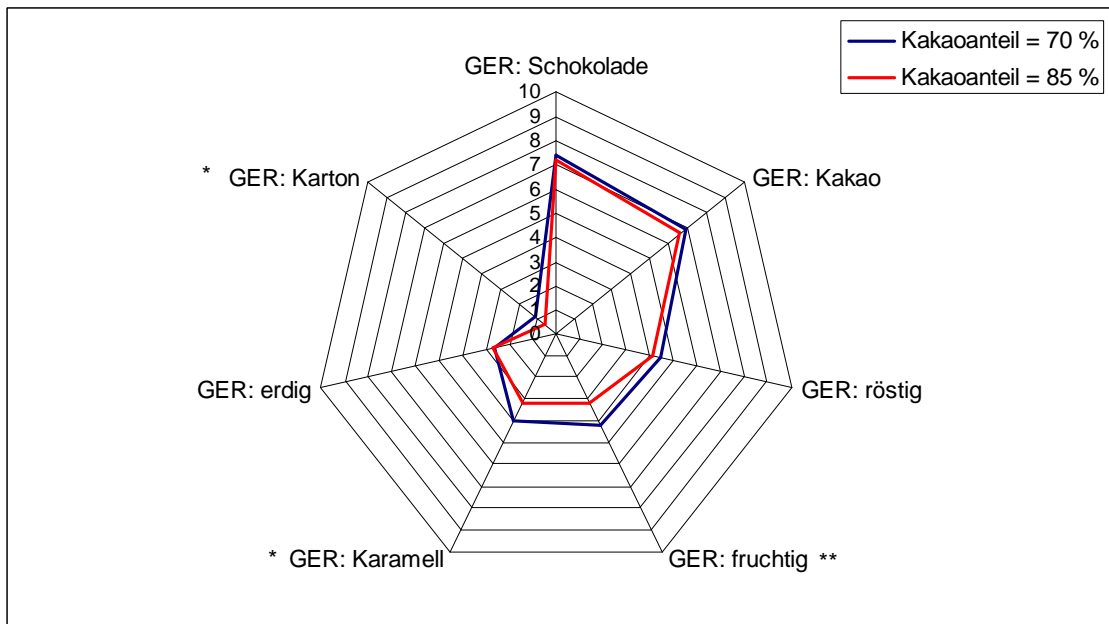
Abbildung 38: Vergleich der Aussehensattribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %

4.1.3.2 Geruch

Die Geruchs-Attribute unterschieden sich signifikant im fruchtigen ($p=0,007$), karamelligen ($p=0,013$) und Karton-Geruch ($p=0,016$) zwischen den Schokoladen-sorten. Alle drei Attribute wurden in den Intensitäten innerhalb der Schokoladen mit

einem Kakaoanteil von 70 % höher bewertet als jene mit einem Kakaogehalt von 85 %, wobei der Kartongeruch jeweils auf die Art der Verpackung zurückzuführen ist.

Im Schokoladengeruch, Kakaogeruch, erdigen und röstigen Geruch konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Schokoladenarten festgestellt werden (Abbildung 39).



Abkürzung: GER = Geruch

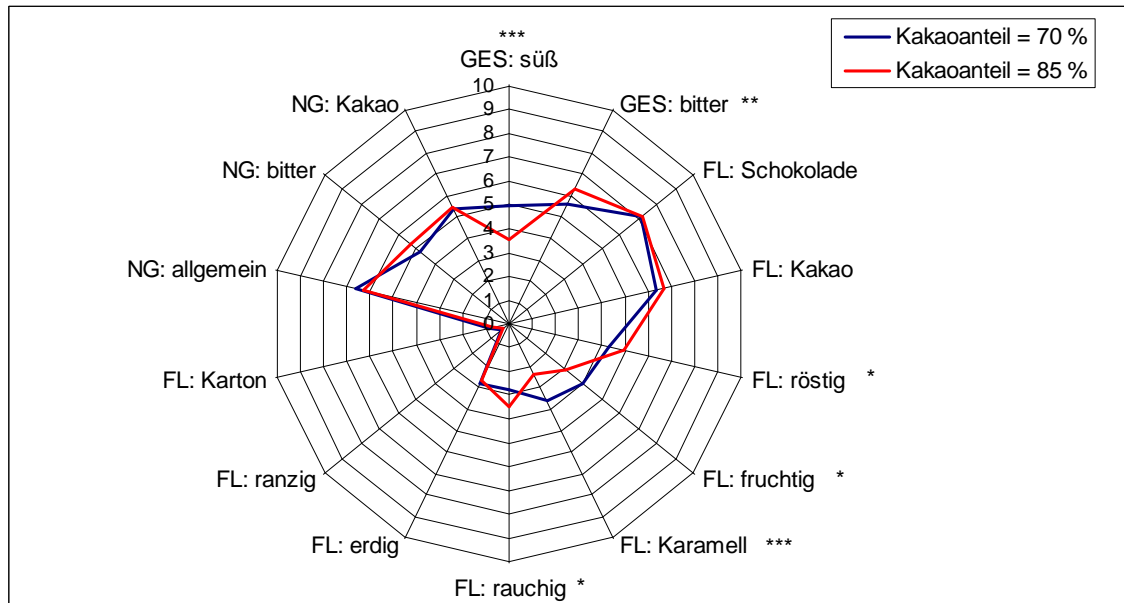
* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

Abbildung 39: Vergleich der Geruchs-Attribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %

4.1.3.3 Geschmack/ Flavor/ Nachgeschmack

Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % schmeckten höchst signifikant ($p<0,001$) süßer als jene mit einem Kakaoanteil von 85 %. Auch die Unterschiede im bitteren Geschmack zwischen den beiden Schokoladenarten waren hoch signifikant ($p=0,009$). So schmeckten Schokoladen mit höherem Kakaoanteil (85 %) bitterer als solche mit weniger Kakaogehalt (70 %).

Dies bestätigt die Annahme, dass mit steigendem Kakaoanteil die Bitterkeit zunimmt, und der süße Geschmack folglich sinkt (Abbildung 40).



Abkürzungen: GES = Geschmack, FL = Flavor, NG = Nachgeschmack

* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

Abbildung 40: Vergleich der Geschmacks-, Flavor- und Nachgeschmacks-Attribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %

Wie aus Abbildung 40 ersichtlich, wurden zwischen den zwei Schokoladenarten 70 % und 85 % ebenfalls signifikante Unterschiede im röstigen ($p=0,05$), fruchtigen ($p=0,013$), karamelligen ($p=0,000$) und rauchigen ($p=0,026$) Flavor festgestellt. Dabei wurden Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % als weniger röstig und rauchig, jedoch fruchtiger und karamelliger bewertet als solche mit einem Kakaoanteil von 85 %.

Der Vergleich der Schokoladenarten zeigte keine signifikanten Unterschiede im Schokoladen-, Kakao- und Karton-Flavor, sowie im erdigen und ranzigen Flavor. Beide Schokoladenarten wurden in diesen fünf Attributen sehr ähnlich beurteilt.

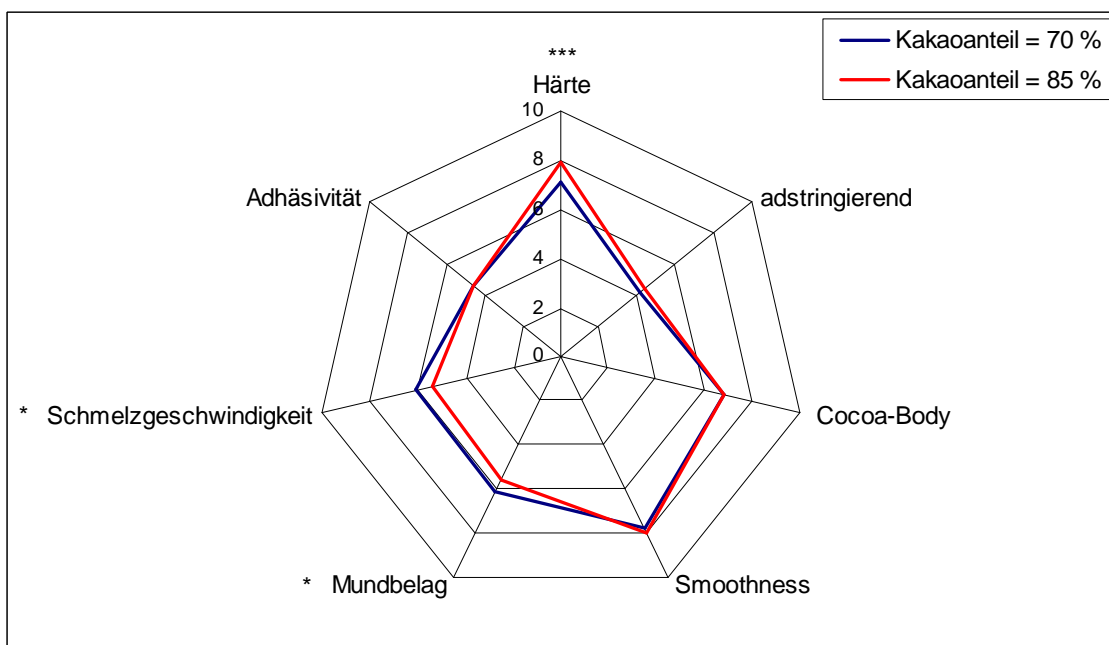
Der Kakao-Flavor stieg – entgegen der Erwartung – mit zunehmendem Kakaoanteil nicht nennenswert, und erreichte bei den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % im Mittel 6,7 Punkte, bei jenen von 70 % 6,4 Punkte.

Auch im Nachgeschmack konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 % festgestellt werden. Im

Durchschnitt wiesen Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % einen ähnlichen allgemeinen und Kakao-Nachgeschmack und einen geringeren bitteren Nachgeschmack auf, als jene mit einem Kakaoanteil von 85 %.

4.1.3.4 Mundgefühl/ Textur

Abbildung 41 verdeutlicht die signifikanten Unterschiede in der Härte ($p=0,001$), dem Mundbelag ($p=0,03$) sowie der Schmelzgeschwindigkeit ($p=0,016$) der untersuchten Schokoladenarten. Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % waren signifikant härter, zeigten einen weniger ausgeprägten Mundbelag und schmolzen langsamer.



* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

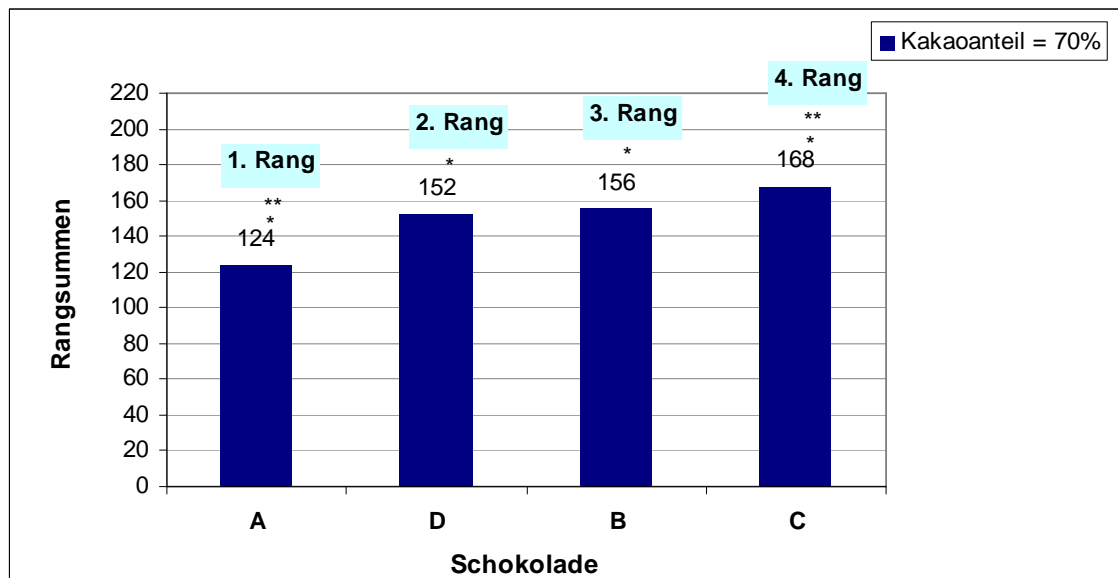
Abbildung 41: Vergleich der Mundgefühl/Textur-Attribute der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 %

Die Ausprägung aller anderen Textur-Attribute wurde zwischen den zwei Schokoladenarten sehr ähnlich beurteilt. Trotz der signifikant ($p<0,01$) höheren Bitterkeit bei Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % war ihre Adstringenz in beiden Schokoladearten sehr ähnlich (70 %-Anteil: 4,2 Pkt, 85 %-Anteil: 4,3 Pkt.).

4.2 Rangordnungsprüfung

4.2.1 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

Unter den untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % erzielte Produkt A bei den 60 Konsumenten mit einer Rangsumme von 124 den niedrigsten Rang (Rang 1), und war somit am beliebtesten. Schokolade C lag mit einer Rangsumme von 168 (Rang 4) auf dem letzten Platz und wurde somit am wenigsten präferiert. Den Schokoladen D und B mit den Rangsummen 151,5 und 156 wurden die Ränge 2 und 3 zugewiesen (Abbildung 42).



* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

* Unterschied in der Beliebtheit $p=0,015$: A, B, C, D

* Unterschied in der Beliebtheit $p=0,015$: A - B

** Unterschied in der Beliebtheit $p=0,004$: A - C

Abbildung 42: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % (n=60)

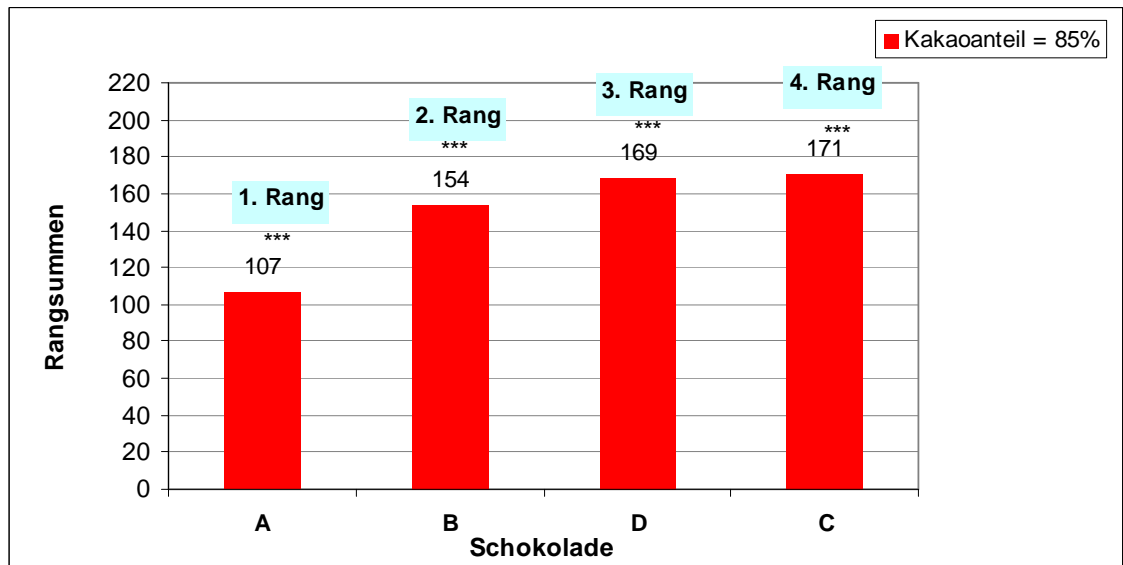
Mittels Friedman-Test konnte festgestellt werden, dass sich die Schokoladen in ihrer Präferenz signifikant unterscheiden.

Signifikant unterschiedlich zueinander war die Präferenz zwischen Schokolade *A* und *B* ($p=0,015$), *A* und *C* ($p=0,004$), sowie *A* und *D* ($p=0,05$). Dies lässt sich aus den Ergebnissen des Wilcoxon-Tests ableiten (Abbildung 42).

4.2.2 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

Die Präferenz innerhalb der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % war ähnlich zu jener mit einem Kakaoanteil von 70 %. Produkt *A* war mit einer Rangsumme von 107 (Rang 1) bei den Konsumenten auch in dieser Gruppe am beliebtesten. Den letzten Rang erhielt wieder Schokolade *C* (Rang 4), die somit am wenigsten beliebt war. Die Schokoladen *B* und *D* belegten mit den Rangsummen 153,5 und 169 den zweiten und dritten Rang (Abbildung 43).

Zur Ermittlung statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Produktpaaren diente wiederum der Wilcoxon-Test. Schokolade *A* wurde höchst signifikant (jeweils $p<0,001$) präferiert im Vergleich zu allen anderen Schokoladen (*B*, *C* und *D*). Aufgrund der relativ ähnlichen Rangsummen zwischen *B*, *C* und *D*, wurden hier keine signifikanten Unterschiede festgestellt (Abbildung 43).



* = signifikant bis $p=0,05$, ** signifikant bis $p=0,01$, *** signifikant bis $p=0,001$

*** Unterschied in der Beliebtheit $p=0,000$: A, B, C, D

*** Unterschied in der Beliebtheit $p=0,000$: A – B, A – C, A – D

Abbildung 43: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % (n=60)

4.3 Diskussion

4.3.1 Einfluss des Kakaogehalts auf die sensorischen Eigenschaften der Schokoladen

Der Kakaogehalt beeinflusste vor allem den fruchtigen (70 %-Anteil: 4,2 Pkt., 85 %-Anteil: 3,2 Pkt.) und Karamell-Geruch (70 %-Anteil: 4,0 Pkt., 85 %-Anteil: 3,2 Pkt.), der mit steigendem Kakaoanteil sank.

Insbesondere wirkte sich dieser jedoch auf den süßen und bitteren Geschmack sowie den fruchtigen und karamelligen Flavor aus. Dies bedeutet, dass ein höherer Kakaogehalt mit einem weniger süßen (70 %-Anteil: 4,9 Pkt., 85 %-Anteil: 3,5 Pkt.) dafür mehr bitteren (70 %-Anteil: 5,6 Pkt., 85 %-Anteil: 6,3 Pkt.) Geschmack, und einem weniger intensiven fruchtigen (70 %-Anteil: 4,0 Pkt., 85 %-Anteil: 3,1 Pkt.) und Karamell-Flavor (70 %-Anteil: 3,6 Pkt., 85 %-Anteil: 2,4 Pkt.), dafür stärkeren röstigen (70 %-Anteil: 4,3 Pkt., 85 %-Anteil: 4,9 Pkt.) und rauchigen (70 %-Anteil: 2,8 Pkt., 85 %-Anteil: 3,4 Pkt.) Flavor einherging.

Dass in beiden Gruppen Schokolade C den intensivsten rauchigen Flavor aufwies, kann auf zu hohe Temperaturen beim Trocknen bzw. auf zu schnelles Trocknen während der Herstellung zurückzuführen sein [DIMICK und HOSKIN, 1999].

Der Kakaogehalt wirkte sich nur unwesentlich auf den Nachgeschmack aus. So wurden Schokoladen mit höherem Kakaoanteil im Nachgeschmack nur geringfügig bitterer und intensiver nach Kakao schmeckend beurteilt, als jene mit niedrigerem Kakaogehalt. Produkt C zeigte in allen Nachgeschmacks-Attributen in beiden Gruppen die höchste Intensität.

In den Textur-Eigenschaften wurden Schokoladen mit höherem Kakaogehalt als signifikant ($p < 0,05$) härter (70 %-Anteil: 7,1 Pkt., 85 %-Anteil: 7,9 Pkt.), mit weniger Mundbelag (70 %-Anteil: 6,1 Pkt., 85 %-Anteil: 5,6 Pkt.) und als langsamer schmelzend (70 %-Anteil: 6,1 Pkt., 85 %-Anteil: 5,4 Pkt.) beurteilt. Dass die Schmelzgeschwindigkeit mit steigendem Kakaoanteil abnimmt, konnte somit bestätigt werden [WENDELIN, 2007].

Die Schmelzeigenschaften werden weiters wesentlich durch das Tempern beeinflusst, ebenso die Schokoladenhärte sowie der Kakao-Flavor [SMITH, 2006].

Auf die Adstringenz nahm der Kakaoanteil nur in sehr geringem Ausmaß Einfluss. So wurden Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % fast gleich beurteilt (4,3 Pkt.) als jene mit 70%igem Kakaogehalt (4,2 Pkt). Für die nicht sehr stark ausgeprägte Adstringenz könnten ein niedriger Polyphenolgehalt sowie eine niedrige Rösttemperatur und kurze Röstdauer verantwortlich sein [RAMLI et al., 2006; MISNAWI et al., 2004].

Auf die optischen Eigenschaften hatte der Kakaogehalt im Wesentlichen nur auf die gleichmäßige Verteilung der Farbe Einfluss. Diese war bei höherem Kakaoanteil gleichmäßiger.

Als positiv sind weiters die niedrigen Fat bloom-Werte zu betrachten. Dies lässt auf eine gute Lagerung sowie sachgerechte Vorkristallisation der Schokoladen rückschließen [BELITZ et al., 2008].

4.3.2 Einfluss der Kakaobohne auf die sensorischen Eigenschaften der Schokolade

Inwiefern die Kakaobohne Einfluss auf die sensorischen Schokoladenattribute hatte, ließ sich nicht eindeutig feststellen.

Die eher schwache Fermentation von Kakaobohnen aus Zentral- und Mittelamerika, verglichen zu den intensiv fermentierten Bohnen aus Westafrika, dürfte einen wesentlichen Einfluss auf den bitteren Geschmack haben. Vollkommen fermentierte Kakaobohnen besitzen eine niedrigere Konzentration an Polyphenolen und gehen daher mit einer niedrigeren Bitterkeit einher [KIM und KEENEY, 1984; EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Die Kakaobohnen der Schokoladen *A* und *D* stammten aus West-Afrika bzw. der Elfenbeinküste und wurden daher im bitteren Geschmack in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % als weniger intensiv beurteilt als *B* und *C*, deren Bohnen vorwiegend aus Süd- und Zentralamerika bezogen wurden. Auch in

der Gruppe der Schokoladen mit höherem Kakaoanteil (85 %) war Schokolade A jene, die am wenigsten bitter, und Schokolade C jene, die am meisten bitter schmeckte. Möglicherweise spielte auch hier die Herkunft der Kakaobohnen eine Rolle.

4.3.3 Ernährungswissenschaftliche Betrachtung der Schokoladenbestandteile und deren Einflussnahme auf die sensorischen Eigenschaften der Schokoladen

Da nur Daten zu den Nährwertangaben der Schokoladen B, C und D vorhanden waren, konnten in weiterer Folge nur diese für genaue Überprüfungen von Korrelationen herangezogen werden.

4.3.3.1 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

Beim Genuss einer Portion (=25 g, entspricht etwa 4 Stück) dunkler Schokolade liefern die drei untersuchten Schokoladen folgenden Nährwert (Tabelle 18):

Tabelle 18: Nährwertvergleich [g/Portion] der Schokoladen B, C und D mit einem Kakaoanteil von 70 %

Nährwert	Schokolade B	Schokolade C	Schokolade D
Energiegehalt	135,8 kcal	130 kcal	147,5 kcal
Protein	1,8 g	2,0 g	1,8 g
Kohlenhydrate	8,8 g	8,3 g	7,5 g
- davon Zucker	7,5 g	7,0 g	6,5 g
Fett	10,3 g	10,0 g	12,3 g
- davon gesättigte Fettsäuren	6,3 g	6,0 g	7,5 g
Ballaststoffe	2,8 g	1,3 g	2,6 g
Salz	< 0,01 g	0,02 g	< 0,01 g

Aus Tabelle 18 wird ersichtlich, dass Schokolade *D* geringfügig mehr Kilokalorien aufweist, als die anderen beiden Schokoladen.

Dies ist wahrscheinlich durch den höheren Fettgehalt (12,3 g/25 g) dieser Schokolade bedingt. Da sie die einzige war die Butterreinfett enthielt (Tabelle 7), ist der hohe Fettgehalt möglicherweise darauf zurückzuführen. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren ist folglich auch höher. Der Kohlenhydratanteil, und somit Zuckergehalt ist hingegen bei Schokolade *B* am höchsten. Zugleich enthält Schokolade *B* mit 2,8 g/25 g auch den höchsten Ballaststoffgehalt. Im Proteingehalt unterscheiden sich die drei Schokoladen nur unwesentlich.

In Anlehnung an die Nährwertangaben der drei Schokoladen, liefert der Verzehr einer Portion dunkler Schokolade mit einem Kakaogehalt von 70 % im Mittel jene Werte, die in Tabelle 19 angeführt sind.

Tabelle 19: Mittlerer Nährstoffgehalt pro Portion (25 g) der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 70 % sowie Prozent des Richtwerts für die Tageszufuhr (% GDA)

Nährwert	Nährstoffgehalt pro 25 g	% GDA – 25 g
Energiegehalt	137,8 kcal	6,9 %
Protein	1,9 g	3,8 %
Kohlenhydrate	8,2 g	3,1 %
- davon Zucker	7,0 g	7,8 %
Fett	10,9 g	15,6 %
- davon gesättigte Fettsäuren	6,6 g	33,0 %
Ballaststoffe	2,2 g	8,9 %
Salz	< 0,01 g	-

Bei Betrachtung der Zutatenliste (Tabelle 7) wird ersichtlich, dass der hohe Fett- und Zuckergehalt durch die Kakaomasse bzw. den zugesetzten Zucker bedingt ist.

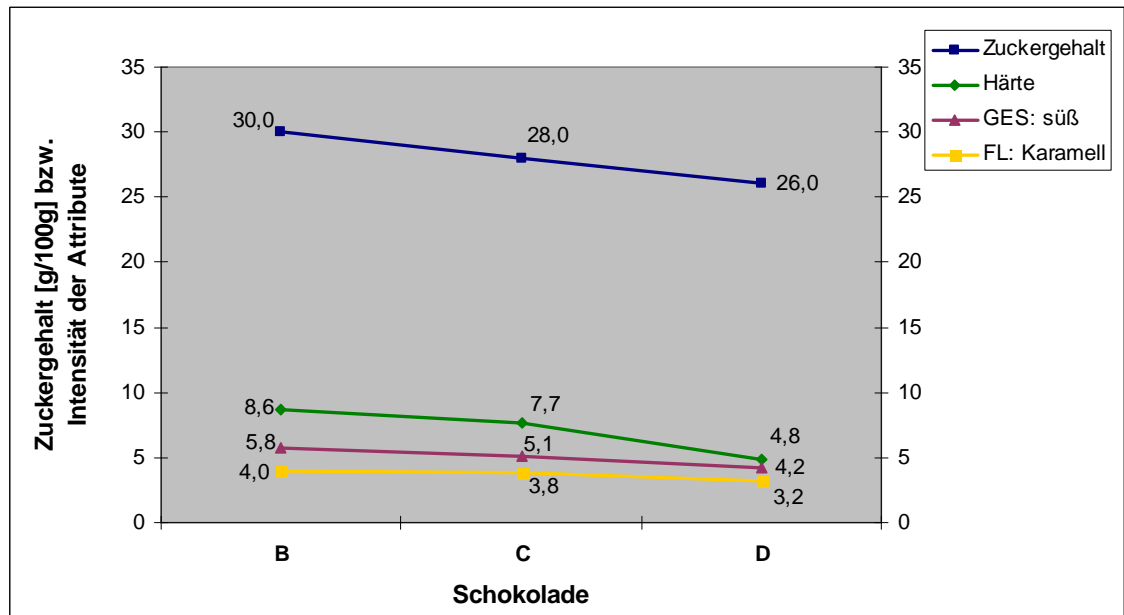
Der Verzehr einer Portion dunkler Schokolade trägt zu etwa 7 % zum täglichen Energiebedarf bei. Dabei liefert eine Portion einen beträchtlichen Gehalt an Fett sowie gesättigten Fettsäuren. Mit einer Portion werden bereits knapp 16 % der empfohlenen Tagesmenge an Fett, sowie ein Drittel der empfohlenen Tagesmenge an gesättigten Fettsäuren aufgenommen. Mit einem Zuckergehalt von 7 g trägt eine Portion in einem Ausmaß von knapp 8 % zur täglichen Energieaufnahme bei.

Auf die sensorischen Eigenschaften der Schokoladen nahm vor allem der Zuckergehalt einen wesentlichen Einfluss.

GUINARD und MAZZUCHELLI [1999] beschreiben in ihrer Studie, dass mit steigendem Zuckergehalt, süßer Geschmack, Karamell-Flavor sowie die Härte zunehmen, und mit sinkendem Zuckergehalt der bittere Geschmack, röstige Flavor und das sandige (körnige) Mundgefühl (weniger ausgeprägte Glattheit) steigen. Diese Zusammenhänge wurden im Einzelnen überprüft.

Dabei zeigte jene Schokolade (*B*), die am süßesten schmeckte, den ausgeprägtesten Karamell-Flavor aufwies, sowie am härtesten beurteilt wurde, auch den höchsten Zuckergehalt (30 g/100 g). Der Test auf Korrelation zeigte einen hohen Zusammenhang zwischen dem Zuckergehalt und dem süßen Geschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,998$, $p=0,05$), sowie dem Karamell-Flavor (Korrelationskoeffizient $r = 0,945$, nicht signifikant) und der Härte (Korrelationskoeffizient $r = 0,934$, nicht signifikant) (Abbildung 44).

Interessanterweise wiesen jene Schokoladen (*B* und *C*) die am süßesten schmeckten auch einen ausgeprägten bitteren Geschmack auf. Da die beiden Sorten einen relativ ähnlichen Gehalt an Zucker (Schokolade *B*: 30 % Zuckergehalt; Schokolade *C*: 28 % Zuckergehalt) enthielten, ist dieses Phänomen wahrscheinlich auf die Herkunft der Kakaobohnen (Schokolade *B* und *C*: hauptsächlich Süd- und Zentralamerika) zurückzuführen.



Abkürzungen: GES=Geschmack, FL=Flavor

$r_{\text{Zuckergehalt/GES süß}} = 0,998, p=0,05$

$r_{\text{Zuckergehalt/Härte}} = 0,934, p>0,05$

$r_{\text{Zuckergehalt/FL Karamell}} = 0,945, p>0,05$

Abbildung 44: Ausprägung der Härte, des süßen Geschmacks und des Karamell-Flavors in Abhängigkeit vom Zuckergehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 70%)

Eine negative Korrelation zwischen Zuckergehalt und bitterem Geschmack, röstigem Flavor sowie sandig/körnigem Mundgefühl (gering ausgeprägte Smoothness) konnte in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % nicht festgestellt werden.

GUINARD und MAZZUCHELLI [1999] beschreiben weiters, dass ein hoher Fettgehalt mit einer schnellen Schmelzgeschwindigkeit einhergeht.

In vorliegender Arbeit ergab die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Fettgehalt und Schmelzgeschwindigkeit eine hohe Korrelation (Korrelationskoeffizient $r = 0,943$), obwohl nicht signifikant, zwischen den beiden Attributen. Schokolade D, mit einem Fettgehalt von 49 g/100 g schmolz demnach am schnellsten (Abbildung 45).

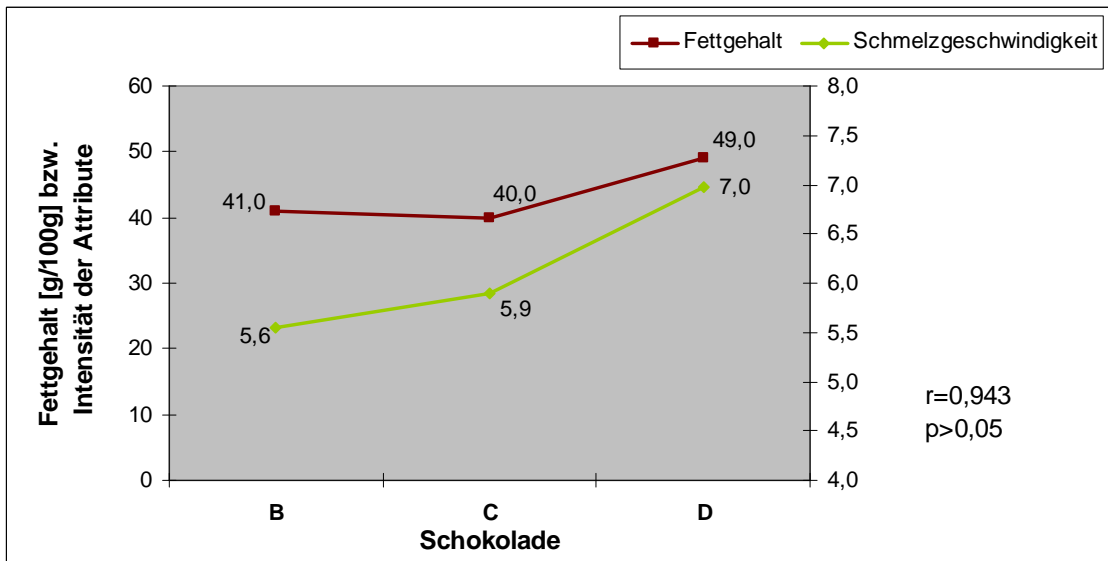


Abbildung 45: Ausprägung der Schmelzgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Fettgehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 70%)

4.3.3.2 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

In der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % enthält Schokolade *B* mit 155,5 kcal/25 g den höchsten Energiewert (Tabelle 20). Dieser ist bedingt durch den hohen Kohlenhydrat- bzw. Zuckergehalt (5,0 g/25 g bzw. 3,8 g/25 g), insbesondere aber durch den äußerst hohen Fettgehalt (14,3 g/ 25 g).

Bei Überprüfung der Zutatenliste (Tabelle 7) wird ersichtlich, dass Schokolade *B* die einzige ist, die als Hauptbestandteil Kakaobutter enthält. Es scheint daher plausibel, dass sie von allen vier Schokoladen am fettreichsten ist.

Der Proteingehalt schwankt zwischen den Schokoladen um etwa 1 g. Relativ hoch ist der Anteil an Ballaststoffen bei Schokolade *D* (3,3 g/25 g).

Den Ergebnissen der Quantitativen Deskriptiven Analyse zufolge (intensiver süßer Geschmack, Karamell-Flavor) bzw. aus den Angaben der Zutatenliste kann angenommen werden, dass Schokolade *A* möglicherweise den höchsten Zuckergehalt aufweist. Der Zuckergehalt könnte somit mit nachstehender Reihenfolge abnehmen: $A > B > C = D$.

Tabelle 20: Nährwertvergleich [g/Portion] der Schokoladen *B*, *C* und *D* mit einem Kakaoanteil von 85 %

Nährwert	Schokolade B	Schokolade C	Schokolade D
Energiegehalt	155,5 kcal	132,5 kcal	151,3 kcal
Protein	1,8 g	2,8 g	2,2 g
Kohlenhydrate	5,0 g	4,8 g	4,8 g
- davon Zucker	3,8 g	3,5 g	3,5 g
Fett	14,3 g	11,5 g	13,6 g
- davon gesättigte Fettsäuren	8,5 g	7,0 g	8,4 g
Ballaststoffe	2,7 g	1,3 g	3,3 g
Salz	< 0,01 g	0,01 g	< 0,01 g

Aus den Nährwertangaben der Schokoladen *B*, *C* und *D* lässt sich ein Durchschnittswert der Nährstoffe pro Portion errechnen (Tabelle 21).

Tabelle 21: Mittlerer Nährstoffgehalt pro Portion (25 g) der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % sowie Prozent des Richtwerts für die Tageszufuhr (% GDA)

Nährwert	Nährstoffgehalt pro 25 g	% GDA – 25 g
Energiegehalt	146,4 kcal	7,3 %
Protein	2,3 g	4,6 %
Kohlenhydrate	4,9 g	1,8 %
- davon Zucker	3,6 g	4,0 %
Fett	13,1 g	18,7 %
- davon gesättigte Fettsäuren	8,0 g	40,0 %
Ballaststoffe	2,4 g	9,7 %
Salz	< 0,01 g	-

Wie aus Tabelle 21 ersichtlich, liefert eine Schokolade mit einem Kakaoanteil von 85 % einen höheren Energiewert (146,4 kcal/25g) pro Portion als jene mit 70 % (137,8 kcal), und deckt somit 7,3 % des täglichen Energiebedarfs. Der höhere Energiewert ist auch hier auf den hohen Fettgehalt (13,1 g/25 g) zurückzuführen, der wiederum durch den höheren Anteil an Kakaomasse bzw. Kakaobutter zustande kommt. Dementsprechend hoch ist auch der Gehalt an gesättigten Fettsäuren, der bereits 40 % der empfohlenen Tageszufuhr ausmacht.

Erstaunlich hoch ist auch der Ballaststoffgehalt mit 2,4 g/25 g, der somit fast 10 % des Tagesbedarfs deckt. Der Proteingehalt ist mit 2,3 g/25 g ebenfalls höher (+ 1,6 %) als bei Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %. Da Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % vorwiegend aus Kakaomasse, Kakaobutter bzw. fettarmen Kakao bestehen, ist der Zuckergehalt dagegen niedriger (3,6 g/25 g).

Der Verzehr dunkler Schokolade liefert mit steigendem Kakaogehalt somit weniger Zucker, jedoch mehr Fett bzw. mehr gesättigte Fettsäuren.

Trotz des hohen Gehalts an gesättigten Fettsäuren, deren Hauptbestandteil Stearinsäure ist, kann bei gesunden Personen, wie THOISTRUP et al., [1994] und BORCHERS et al., [2000] berichten, von einem neutralen Effekt auf den Blut-Cholesterinspiegel ausgegangen werden.

Obwohl das Fettsäure-Muster dunkler Schokolade ernährungsphysiologisch nicht optimal ist, liefert sie eine Reihe an wichtigen Inhaltsstoffen (z.B. Ballaststoffe, Flavonoide, Spurenelemente wie Eisen oder Magnesium) [ICCO, 2005].

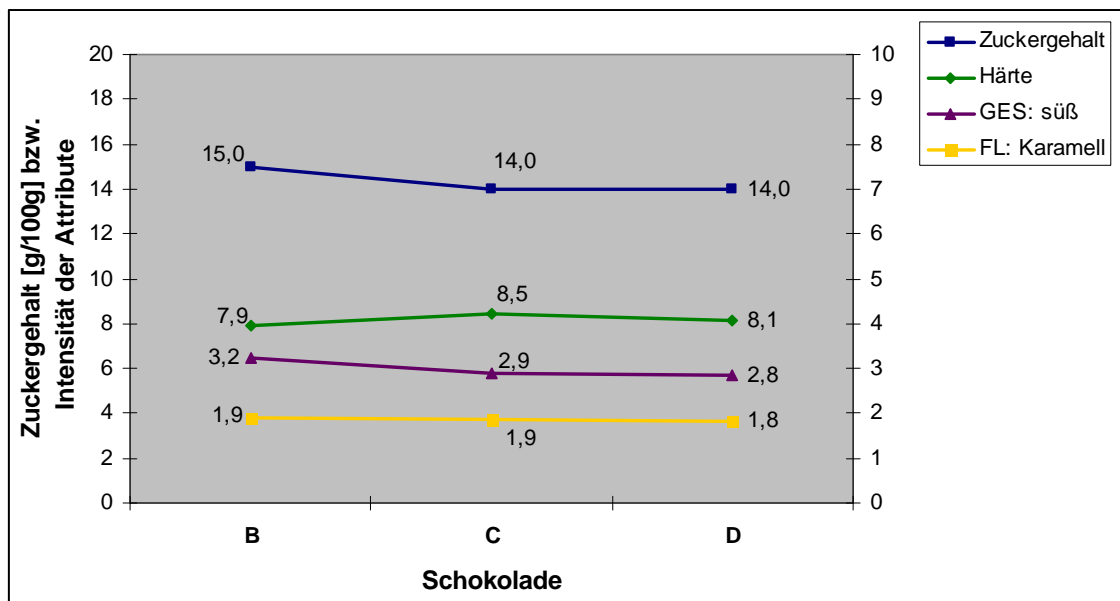
Jedoch sollte beim Genuss dunkler Schokolade der Cadmium-Gehalt nicht außer Acht gelassen werden. Insbesondere bei Schokoladen, die aus biologischer Landwirtschaft stammen, kann dieser erhöht sein [AGES, 2009].

Inwieweit Kakao-Flavonoide mit einer Portion aufgenommen werden, bleibt aufgrund des schwankenden Gehalts an Flavonoiden in den Schokoladen bzw. dem noch nicht vollständig geklärten Metabolismus ungewiss. Sicher ist jedoch, dass der Verzehr dunkler Schokoladen mit hohem Polyphenol-Gehalt einen Benefit für die menschliche Ernährung bringt.

Auf die sensorischen Eigenschaften der Schokoladen nahm auch in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % der Zuckergehalt einen wesentlichen Einfluss.

Dieser korrelierte (nicht signifikant) mit dem süßen Geschmack (Korrelationskoeffizient $r = 0,990$), dem Karamell-Flavor (Korrelationskoeffizient $r = 0,756$), allerdings nicht mit der Härte der Schokoladen (Abbildung 46).

Somit zeigte Schokolade *B*, die den höchsten Zuckergehalt (15 g/100 g) aufwies, auch die höchste Intensität im süßen Geschmack mit stark ausgeprägten Karamell-Flavor.



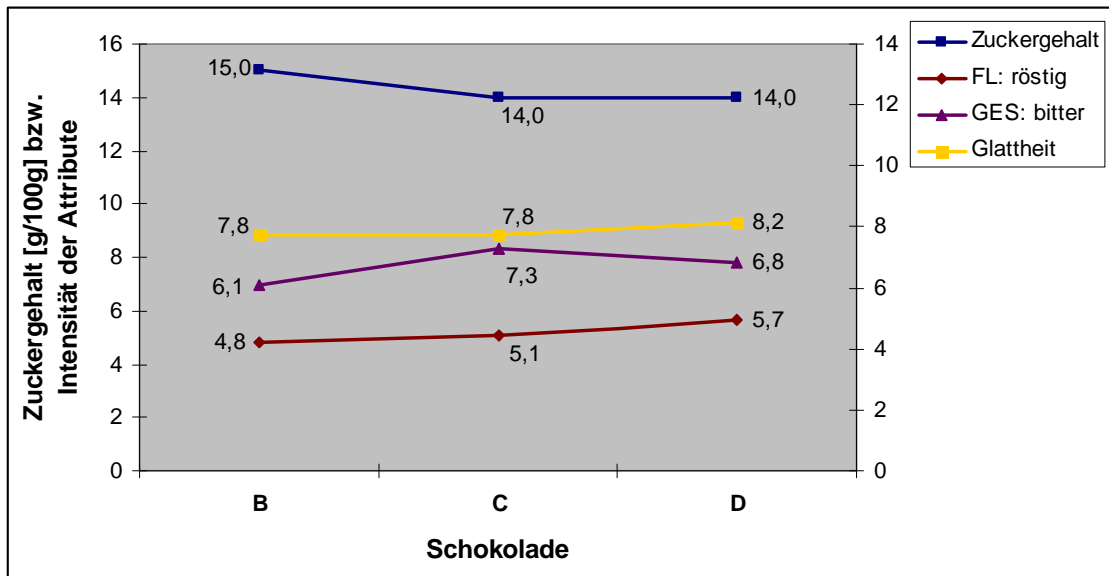
Abkürzungen: GES=Geschmack, FL=Flavor

$r_{\text{Zuckergehalt/GES süß}} = 0,990, p > 0,05$

$r_{\text{Zuckergehalt/FL Karamell}} = 0,756, p > 0,05$

Abbildung 46: Ausprägung der Härte, des süßen Geschmacks und des Karamell-Flavors in Abhängigkeit vom Zuckergehalt [g/100g] der Schokoladen *B*, *C* und *D* (Kakaoanteil = 85%)

Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % zeigten eine negative Korrelation (nicht signifikant) zwischen dem Zuckergehalt und der Bitterkeit (Korrelationskoeffizient $r = -0,929$), dem röstigen Flavor (Korrelationskoeffizient $r = -0,727$) sowie der Glattheit (Smoothness) (Korrelationskoeffizient $r = -0,500$) (Abbildung 47).



Abkürzungen: GES=Geschmack, FL=Flavor

$r_{\text{Zuckergehalt/GES bitter}} = -0,929, p > 0,05$

$r_{\text{Zuckergehalt/Glattheit}} = -0,500, p > 0,05$

$r_{\text{Zuckergehalt/FL röstig}} = -0,727, p > 0,05$

Abbildung 47: Ausprägung des bitteren Geschmacks, röstigen Flavors sowie der Glattheit in Abhängigkeit vom Zuckergehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 85%)

Die hohe Glattheit ist möglicherweise auf die Größe der Schokoladenpartikel zurückzuführen, die unterhalb von 30 µm ein glatteres Zungengefühl erzeugen [BECKETT, 2008].

Eine hohe Korrelation wiesen auch die Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % zwischen dem Fettgehalt und der Schmelzgeschwindigkeit (Korrelationskoeffizient $r = 0,981$, nicht signifikant) auf. So schmolz unter den drei Schokoladen jene am schnellsten (B), die auch den höchsten Fettgehalt (57 g/100 g) aufwies (Abbildung 48).

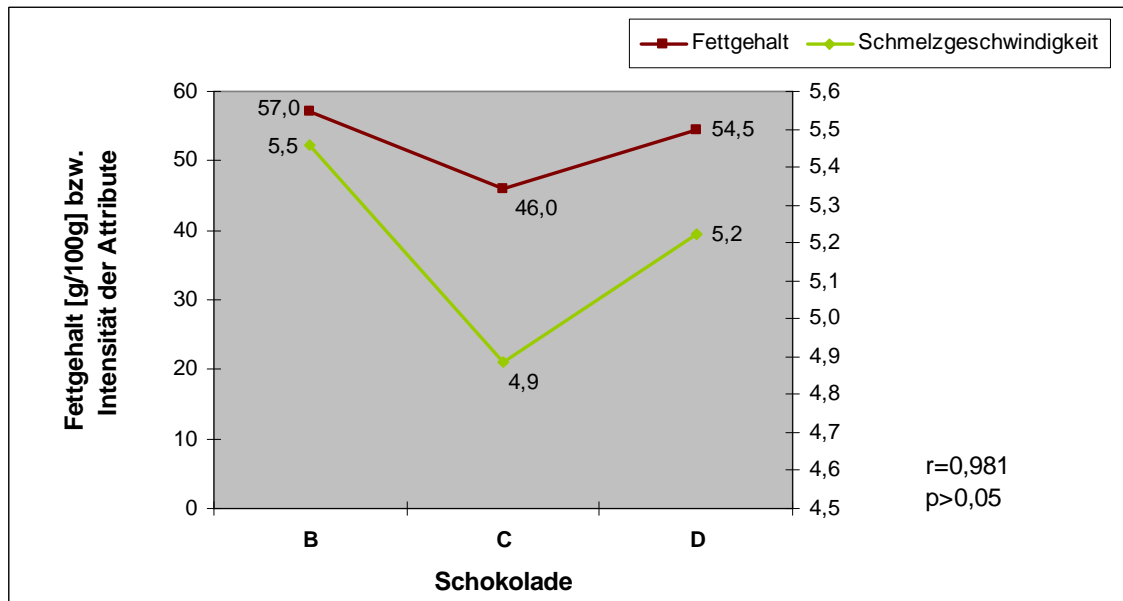


Abbildung 48: Ausprägung der Schmelzgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Fettgehalt [g/100g] der Schokoladen B, C und D (Kakaoanteil = 85%)

Die Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse zeigten jedoch die höchste Schmelzgeschwindigkeit (6,0 Punkte) bei Schokolade A. Es ist daher anzunehmen, dass dies auf einen höheren Fettgehalt (>57 g/100 g) dieser Schokolade zurückzuführen ist.

4.3.4 Einfluss der Schokoladenattribute auf die Präferenz der Konsumenten

Sowohl in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %, als auch in jener mit 85 %, bekam Produkt A den niedrigsten Rang (124 bzw. 107) und war somit am beliebtesten. In beiden Gruppen erhielt Schokolade C den höchsten Rang (168 bzw. 171) und wurde somit von den Konsumenten am wenigsten präferiert (Abbildung 49).

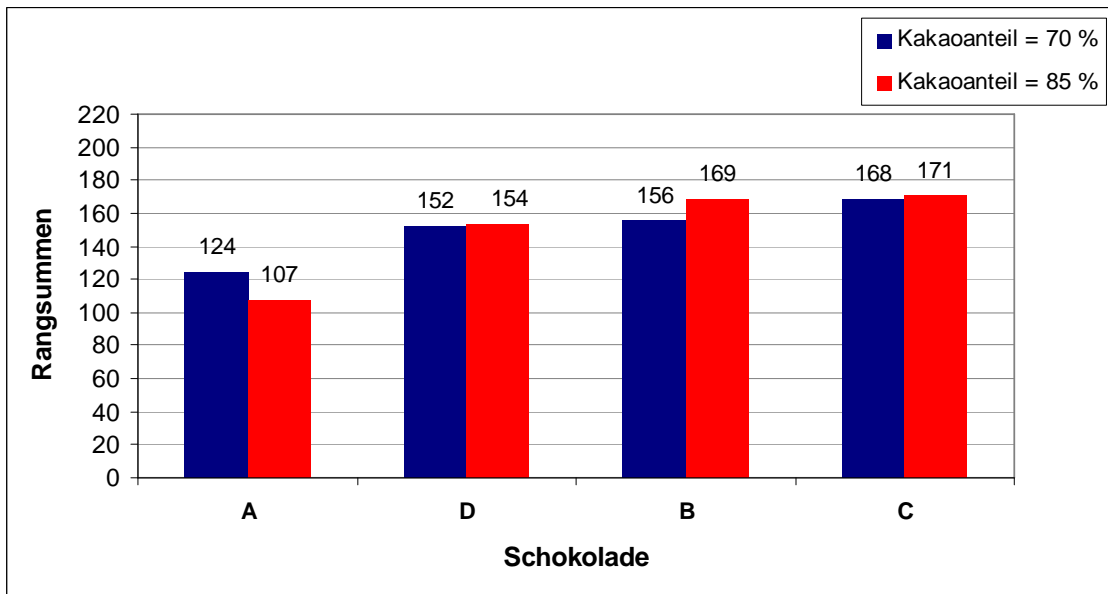


Abbildung 49: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der Schokoladen mit unterschiedlichem Kakaogehalt (70 % vs. 85 %)

4.3.4.1 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

Die Präferenz der Schokolade A aus der Rangordnungsprüfung lässt sich aus den Ergebnissen der QDA ableiten. Es ist anzunehmen, dass diese auf den nicht allzu bitteren Geschmack (5,3 Pkt.) und der damit einhergehenden niedrigeren Adstringenz (4,0 Pkt.), sowie einem nicht allzu bitteren Nachgeschmack (4,6 Pkt.) zurückzuführen ist. Weitere Gründe könnten der intensive Schokoladen-Flavor (7,4 Pkt.) und Kakao-Flavor (6,8 Pkt.), ebenso der nur gering ausgeprägte erdige und rauchige Flavor (jeweils 2,2 Pkt.) sein. Denkbar wäre auch, dass die Glattheit der Schokolade (8,1 Pkt.) und ihre geringe Adhäsivität (4,2 Pkt.) eine Rolle gespielt haben. Schokolade D war zwar ähnlich bitter und süß sowie adstringierend wie Produkt A – der intensive Kakao- und Schokoladen-Flavor sowie Kakao-Nachgeschmack dürfte für die Präferenz der Konsumenten jedoch entscheidend gewesen sein.

Schokolade C zeigte zwar, ähnlich wie Produkt A, einen stark ausgeprägten Schokoladen (7,8 Pkt.) und Kakao-Flavor (7,1 Pkt.) und schmeckte sogar süßer als diese, wies jedoch den intensivsten bitteren Geschmack (6,3 Pkt.) und Nachgeschmack

(5,4 Pkt.), sowie röstigen (4,9 Pkt.), rauchigen (3,2 Pkt.) und erdigen (3,3 Pkt.) Flavor auf. Weiters wurde sie von hoher Adstringenz (4,8 Pkt.) sowie starkem Mundbelag (6,7 Pkt.) und Adhäsivität (5,5 Pkt.) begleitet.

Aufgrunddessen wird vermutet, dass selbst ein intensiver Schokoladen- und Kakao-Flavor, sowie allgemeiner und Kakao-Nachgeschmack, die hohe Ausprägung der negativen Attribute (bitterer Geschmack und Nachgeschmack, erdiger und rauchiger Flavor, Adstringenz, Mundbelag) nicht ausgleichen konnte und sich somit ungünstig auf die Beliebtheit von Schokolade *C* auswirkte, die den letzten Rang erhielt.

Es scheint somit, dass die Kombination aus positiven Attributen wie Kakao und fruchtiger Flavor und negativen Attributen die Wahl der Konsumenten entscheidend beeinflusste.

4.3.4.2 Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

Eindeutiger lässt sich die Präferenz der Konsumenten in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % begründen.

In der Arbeit von WENDELIN [2007] zeigte der Akzeptanztest einer Schokoladenmarke mit unterschiedlichem Kakaoanteil, dass sich ein hoher Kakaogehalt negativ auf die Beliebtheit auswirkt.

Da Schokolade *A* von den Konsumenten als die beliebteste angegeben wurde und sie am süßesten (5,1 Pkt.) und wenigsten bitter (4,8 Pkt.) war, sowie die niedrigste Adstringenz (3,1 Pkt.) aufwies, kann angenommen werden, dass diese Attribute unter anderem für die Bevorzugung der Konsumenten verantwortlich waren. Weiters dürfte der intensive fruchtige (3,8 Pkt.) und karamellige (4,0 Pkt.) Flavor, sowie die geringe Ausprägung des röstigen (4,3 Pkt.), rauchigen (2,1 Pkt.) und erdigen (1,5 Pkt.) Flavors für die Präferenz sprechen. Weiters könnten auch die hohe Schmelzgeschwindigkeit (6,0 Pkt.) und Glattheit (8,3 Pkt.) im Mund dazu beigetragen haben.

Dass hingegen Schokolade *C* bei den Konsumenten am wenigsten beliebt war, lässt sich durch die nahezu proportional umgekehrte Beurteilung von Schokolade *A* erklären.

So zeigte Schokolade C den stärksten bitteren Geschmack (7,3 Pkt.) und Nachgeschmack (6,2 Pkt.) und schmeckte am intensivsten rauchig (4,3 Pkt.) und erdig (3,3 Pkt.). Im Vergleich zu Schokolade A wies sie jedoch einen ausgeprägteren Kakao-Flavor (7,2 Pkt.) -und Nachgeschmack (6,0 Pkt), sowie Schokoladen-Flavor (7,3 Pkt.) und allgemeinen Nachgeschmack (6,8 Pkt.) auf. Weiters rief Schokolade C die höchste Adstringenz (5,5 Pkt.) hervor und war vom stärksten Mundbelag (6,2 Pkt.) begleitet. Süßer Geschmack (2,9 Pkt.), fruchtiger (2,8 Pkt.) und Karamell-Flavor (1,9 Pkt.) waren hingegen nur sehr gering ausgeprägt. Zusätzlich zeigte sie eine niedrige Schmelzgeschwindigkeit (4,9 Pkt.) und war am stärksten klebrig, was sich als hohe Adhäsivität (4,8 Pkt.) auf den Zähnen beobachten ließ.

Auch in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % liegt die Vermutung nahe, dass Schokoladen mit hohen Intensitäten in eher negativ behafteten Attributen (bittere Geschmack/Nachgeschmack, erdiger Flavor, Adstringenz, etc.) von den Konsumenten am wenigsten bevorzugt werden.

Inwiefern der Zucker- und Fettgehalt eine Rolle für die Präferenz von Schokolade A spielte, lässt sich nicht eindeutig feststellen, da für Produkt A keine Nährwertangaben zur Verfügung standen. Die Ergebnisse der QDA sowie der Rangordnungsprüfung legen jedoch nahe, dass Produkt A in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % den höchsten Zucker- und Fettgehalt aufwies.

5 SCHLUSSBETRACHTUNG

Die steigende Nachfrage nach Schokoladen mit hohem Kakaoanteil veranlasste diverse Schokoladenhersteller diese Produkte in den vergangenen Jahren vermehrt zu produzieren.

Dunkle Schokoladen sind nicht nur eine beliebte Süßigkeit – sie tragen durch ihren hohen Kakaogehalt auch zur Aufnahme von gesundheitlich vorteilhaften Polyphenolen (vor allem Procyanidinen) bei, insbesondere in den Industriestaaten [LIPPI et al., 2009].

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden jeweils vier verschiedene, im Handel erhältliche Schokoladen mit einem Kakaoanteil von mindestens 70 % und 85 % mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) sensorisch auf insgesamt 33 Attribute hin untersucht. Mittels Rangordnungsprüfung nach Präferenz wurde die Bevorzugung innerhalb einer Schokoladenart unter 60 Konsumenten ermittelt.

Die sensorische Beurteilung zeigte, dass innerhalb der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % Schokolade *C* in den Geruchs- und Flavor-Attributen Schokolade, Kakao und röstig am intensivsten ausgeprägt war, Produkt *D* jeweils am geringsten. Schokolade *D* wies auch im süßen und bitteren Geschmack, allen Nachgeschmacks-Attributen, allen positiven Flavor-Attributen, sowie in fast allen Textur-Attributen die niedrigste Intensität auf. Die negativen Flavor-Attribute ranzig und Karton waren in Produkt *D* dagegen stärker ausgeprägt als bei den anderen untersuchten Schokoladen. Im erdigen und rauchigen Flavor zeigte Schokolade *C* erneut die höchste, Produkt *A* die niedrigste Intensität. Der Kakao-Flavor korrelierte signifikant ($p=0,01$) mit dem Schokoladen-Flavor ($r = 0,544$), dem röstigen Flavor ($r = 0,595$) sowie dem Kakao-Nachgeschmack ($r = 0,621$). Signifikante ($p=0,01$) Zusammenhänge wurden weiters zwischen dem süßen Geschmack und dem Karamell-Flavor ($r = 0,530$) sowie dem rauchigen und erdigen Flavor ($r = 0,651$) beobachtet. Eine signifikant ($p=0,01$) geringe negative Korrelation ($r = -0,401$) konnte auch zwischen der Schokoladenhärte und der Schmelzgeschwindigkeit der untersuchten Schokoladen festgestellt werden.

Innerhalb der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % war Schokolade *C* im Kakao-Geruch -und Flavor am intensivsten, was möglicherweise die starke Ausprägung des erdigen Geruchs und Flavors dieser Schokolade bedingte. Die Geruchs- und Flavor-Attribute Schokolade und röstig waren dagegen in Produkt *D* am stärksten ausgeprägt. Signifikant ($p < 0,001$) am süßesten und zugleich am wenigsten bitter schmeckte Schokolade *A*, Produkt *C* verhielt sich in diesen Geschmacksattributen proportional umgekehrt. Schokolade *A* zeigte weiters signifikant ($p < 0,01$) die geringste Intensität im erdigen und rauchigen Flavor, die geringste Ausprägung der Adstringenz (signifikant bei $p < 0,001$), des Mundbelags sowie des bitteren Nachgeschmacks (signifikant bei $p < 0,001$), dafür aber den intensivsten karamelligen (signifikant bei $p < 0,001$) und fruchtigen Flavor. Die stärkste Ausprägung der Nachgeschmacks-Attribute erzielte ebenfalls Schokolade *C*.

Signifikante ($p = 0,01$) Zusammenhänge zeigten der süße Geschmack und Karamell-Flavor ($r = 0,600$), bittere Geschmack und Adstringenz ($r = 0,570$), rauchiger und erdiger Flavor ($r = 0,774$) und allgemeiner und Kakao-Nachgeschmack ($r = 0,583$). Eine negative Korrelation bestand zwischen dem süßen und bitteren Geschmack ($r = -0,499$, $p = 0,01$). Bitterer Geschmack und Nachgeschmack ($r = 0,666$) sowie Kakao-Flavor -und Nachgeschmack ($r = 0,622$) korrelierten ebenfalls signifikant ($p = 0,01$).

Signifikante Unterschiede zwischen den Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % und 85 % konnten im süßen Geschmack ($p = 0,000$) sowie fruchtigen ($p = 0,013$) und karamelligen ($p = 0,000$) Flavor, deren Intensitäten innerhalb der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % stärker ausgeprägt waren, sowie im bitteren Geschmack ($p = 0,009$), röstigen ($p = 0,05$) und rauchigen ($p = 0,026$) Flavor, die signifikant geringer ausgeprägt waren, beobachtet werden. Auf den Kakao-Flavor und das adstringierende Mundgefühl nahm der Kakaogehalt nur in geringem Maße Einfluss.

Fruchtiger ($p = 0,007$), karamelliger ($p = 0,013$) und Karton-Geruch ($p = 0,016$) waren innerhalb der Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 70 % signifikant höher als bei Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 %. Für den ausgeprägten Karton-Geruch war jedoch hauptsächlich jene Schokolade (*A*) verantwortlich, die als einzige in einer unverschlossenen Plastikhülle mit umgebenden Karton verpackt war.

Weiters ging ein höherer Kakaoanteil (85 %) signifikant mit niedrigerem Mundbelag ($p=0,03$) sowie Schmelzgeschwindigkeit ($p=0,016$), dafür stärker ausgeprägter Härte ($p=0,001$) einher. Dies bestätigt den Zusammenhang, dass mit steigendem Kakaogehalt die Schmelzgeschwindigkeit abnimmt [WENDELIN, 2007].

Einen großen Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften hatte auch der Zuckergehalt, der für die Ausprägung des süßen und bitteren Geschmacks der beiden Schokoladensorten wesentlich war. In der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % war der Zuckergehalt im Mittel niedriger (3,6 g/25 g), als in der Gruppe mit 70%igem Kakaogehalt (7,0 g/25 g).

Je höher der Zuckergehalt, desto intensiver waren auch süßer Geschmack, Karamell-Flavor und die Härte der untersuchten Schokoladen. Keine Korrelation konnte zwischen dem Zuckergehalt und der Härte der untersuchten Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % festgestellt werden. Innerhalb der Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 % (nicht jedoch jene mit 70%igem Kakaogehalt) stiegen (nicht signifikant) mit sinkendem Zuckergehalt der bittere Geschmack und röstige Flavor, sowie die Glattheit. Diese Zusammenhänge stehen in Einklang mit den Ergebnissen von GUINARD und MAZZUCHELLI [1999].

Der bittere Geschmack war durch den Gehalt an Kakaomasse, die sich aus geschmolzenen, bitter schmeckenden Kakaonibs zusammensetzte, bedingt [BELITZ et al., 2008], und die in allen untersuchten Schokoladen Hauptbestandteil war (ausgenommen Produkt B mit 85%igem Kakaogehalt).

Mit zunehmenden Kakaoanteil stieg auch der Fettgehalt (70 %-Anteil: durchschnittlich 10,9 g/25 g; 85%-Anteil: durchschnittlich 13,1 g/25 g), bedingt durch den höheren Gehalt an Kakaomasse bzw. -butter. Dies zeigte sich auch im höheren Energiegehalt der untersuchten Schokoladen (70 %-Anteil: ca. 138 kcal/25 g; 85%-Anteil: ca. 146 kcal/25 g).

In Abhängigkeit vom Fettgehalt konnte in beiden Gruppen eine hohe Schmelzgeschwindigkeit festgestellt werden. Je höher dieser war, umso schneller schmolzen die

Schokoladen (nicht signifikant). Diese Ergebnisse stimmen mit jenen von GUINARD und MAZZUCHELLI [1999] überein.

Die Präferenz der Konsumenten innerhalb einer Schokoladensorte wurde mittels Rangordnungsprüfung evaluiert. In beiden Schokoladenarten wurde Produkt A am meisten, und Schokolade C am wenigsten favorisiert. Die Unbeliebtheit von Schokolade C mit einem Kakaoanteil von 70 % ist hauptsächlich auf die ausgeprägte Intensität des bitteren Geschmacks und Nachgeschmacks, sowie auf die Flavor-Attribute röstig, rauchig und erdig, ebenso auf die hohe Adstringenz und den starken Mundbelag zurückzuführen. Für die Beliebtheit von Schokolade A war vor allem der ausgeprägte Schokoladen- und Kakao-Flavor verantwortlich.

In der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % wurde jene Schokolade (A) am meisten präferiert, die am wenigsten bitter bzw. adstringierend war, und den süßesten Geschmack sowie ausgeprägtesten fruchtigen und Karamell-Flavor aufwies. Für die Bevorzugung sprachen weiters die geringe Ausprägung des röstigen, erdigen und rauchigen Flavors. In beiden Gruppen wurden somit jene Schokoladen am meisten bevorzugt, deren Ausprägung oben genannter, eher negativ behafteter Attribute relativ gering war.

Somit konnte beobachtet werden, dass die sensorische Qualität dunkler Schokolade von der Ausprägung zahlreicher Attribute abhängt, die maßgeblich die Präferenz der Konsumenten beeinflusste.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die sensorische Qualität dunkler Schokolade wird nicht nur von der Kakaobohnensorte sowie dem Herkunftsland der Bohnen mitbestimmt, sondern auch von einer Vielzahl an Verarbeitungsschritten während der Herstellung.

In vorliegender Arbeit wurde untersucht, inwieweit der Kakaoanteil Einfluss auf die sensorischen Attribute von dunkler Schokolade nimmt. Dafür wurden im Handel erhältliche Schokoladensorten mit einem Kakaoanteil von mindestens 70 % und 85 % von vier verschiedenen Herstellern herangezogen und sensorisch mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) beurteilt. Anschließend wurde die Rangordnungsprüfung angewandt um die Präferenz der Verbraucher einschätzen zu können.

Mittels QDA konnte gezeigt werden, dass Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % signifikant süßer ($p=0,000$), fruchtiger ($p=0,013$) und karamelliger ($p=0,000$), dafür weniger bitter ($p=0,009$), röstig ($p=0,05$) und rauchig ($p=0,026$) schmeckten als jene mit einem Kakaoanteil von 85 %. Kakao-Flavor und Adstringenz wurden nur unwesentlich vom Kakaogehalt beeinflusst.

Für die Intensität des bitteren Geschmacks war überwiegend der hohe Anteil an Kakaomasse verantwortlich, für jene des süßen Geschmacks der Zuckergehalt. Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % waren aufgrund ihres höheren Zuckergehalts süßer – jene mit einem Kakaoanteil von 85 % waren aufgrund ihres höheren Fettgehalts und damit einhergehendem höheren Gehalts an Kakaomasse bzw. -butter, bitterer.

Mit zunehmendem Zuckergehalt stieg (nicht signifikant) weiters der Karamell-Flavor in beiden Schokoladenarten sowie die Härte (die Korrelation zwischen Zuckergehalt und Härte zeigten nur Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %). Je niedriger dagegen der Zuckergehalt, umso ausgeprägter (nicht signifikant) war der bittere Geschmack und röstige Flavor sowie die Glattheit der untersuchten Schokoladen (nur jene mit einem Kakaogehalt von 85 %).

Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % zeigten signifikant einen stärkeren Mundbelag ($p=0,03$), schmolzen schneller ($p=0,016$) und waren weniger hart ($p=0,001$). Mit steigendem Kakaogehalt nahm somit die Schmelzgeschwindigkeit ab, die daneben in engem, obwohl nicht signifikanten, Zusammenhang ($r \geq 0,943$) mit der Höhe des Fettgehalts, und damit dem Kakaomasseanteil, stand. Folglich schmolzen Schokoladen mit dem höchsten Fettgehalt am schnellsten.

In den Geruchsattributen wurden Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 % als signifikant fruchtiger ($p=0,007$) und mit stärker ausgeprägten Karamell-Geruch ($p=0,013$) sowie Karton-Geruch ($p=0,016$) beurteilt, wobei der Karton-Geruch vor allem auf die Art der Verpackung von Schokolade A zurückzuführen war.

Mittels Rangordnungsprüfung wurde festgestellt, dass in beiden Schokoladenarten Produkt A am meisten, und Schokolade C am wenigsten bevorzugt wurde. Die Präferenz für Produkt A in der Gruppe der Schokoladen mit einem Kakaogehalt von 85 % ist vor allem auf den intensiv süßen, dafür wenig ausgeprägten bitteren Geschmack bzw. die niedrige Adstringenz zurückzuführen. Weiters dürften der intensiv fruchtige und Karamell-Flavor, sowie die geringe Ausprägung des röstigen, erdigen und rauchigen Flavors für die Beliebtheit verantwortlich gewesen sein. Für die Bevorzugung von Schokolade A mit 70%igem Kakaoanteil spricht vor allem ihr ausgeprägter Schokoladen- und Kakao-Flavor.

In beiden Schokoladenarten wurden sehr intensiv schmeckende Schokoladen (stark bitterer Geschmack, erdiger Flavor, rauchiger Flavor) sowie solche mit hoher Adstringenz von den Konsumenten weniger präferiert.

Die Ergebnisse vorliegender Arbeit machen deutlich, dass sich mit zunehmendem Kakaogehalt folglich auch die Schokoladenbestandteile ändern, welche für die unterschiedliche Ausprägung der einzelnen Attribute verantwortlich waren und somit die Präferenz der Konsumenten bemerkenswert beeinflussten.

7 SUMMARY

Sensory quality of dark chocolate not only gets influenced by cocoa bean grade and the country of origin of the beans, but also by a variety of processing steps during manufacture.

In the present study the influence of cocoa content on sensory properties of dark chocolates was evaluated. Dark chocolates with a cocoa content of at least 70 % and 85 % from four different manufactures available on the Austrian market, were investigated.

Evaluation was made by objective Quantitative Descriptive Analysis (QDA) by trained panellists, as well by a ranking test for preference by consumers.

Results of the QDA showed that chocolates with a cocoa content of 70 % indicated a significant stronger sweet taste ($p=0,000$), fruitiness ($p=0,013$) and caramell flavor ($p=0,000$) and in contrast, a less bitter taste ($p=0,009$), roasted ($p=0,05$) and smoky flavor ($p=0,026$). Cocoa flavor and astringency only slightly affected cocoa content.

Intensity of bitter taste was mainly caused by its high amount of cocoa liquor, intensity of sweet taste was correlated with sugar content, which was higher in chocolates with 70 % cocoa content. Chocolates with a cocoa content of 85 % tasted more bitter, due to their higher amount of fat – a consequence of their higher content of cocoa liquor, respectively cocoa butter.

With increasing sugar content caramell flavor rose (not significant) in both chocolate types, as well as firmness (correlation between sugar content and firmness was only found in chocolates with a cocoa content of 70 %). In contrast, the lower sugar content resulted in a more bitter taste, roasted flavor and smoothness of the studied chocolates (not significant) – however, only within chocolates containing 85 % cocoa.

Chocolates with a cocoa content of 70 % were significant stronger mouthcoating ($p=0,03$), showed a higher melting rate ($p=0,016$) and were described as less hard ($p=0,001$). With increasing cocoa content melting rate decreased, which also showed a

close, but not significant correlation ($r \geq 0,943$) with fat content, and therefore cocoa liquor. Thus, chocolates with the highest fat content melted most rapidly.

Within odor attributes chocolates with a cocoa content of 70 % smelled significant more fruity ($p=0,007$) and showed a more intense odor of caramell ($p=0,013$) and cardboard ($p=0,016$). The high off-odor was mainly due to the type of packaging of chocolate A.

The results of ranking test for preference showed, that in both chocolate types product A was preferred at most and chocolate C at least. Especially within the chocolate group containing 85 % cocoa, preference for chocolate A was due to its sweetest taste and likewise its least bitterness and astringency. Furthermore distinct fruitiness and caramell flavor, low intensity of roasted, earthy and smoky flavor may have been responsible for preference. Preference for chocolate A with a cocoa content of 70 % was mainly due to its distinct chocolate and cocoa flavor.

In both chocolate types, products with high bitterness, strong earthy or smoky flavor, as well as high astringency were less preferred from consumers.

Results of the present study indicate that with increasing cocoa content, chocolate ingredients change which were responsible for the different characteristics of the attributes and therefore influenced the preference of consumers considerably.

8 LITERATURVERZEICHNIS

AFOAKWA E O, PATERSON A, FOWLER M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. Trends in Food Science and Technology 2007; 18: 290-298.

AGES (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit): Edelschokolade im Test: Kein bitteres Ergebnis. In: Konsument 2009; 7: 42-45.

ALMEIDA M H G, FRAGOSO R A, LEITÃO M C A, NASCIMENTO A C. Cocoa beans quality: influence of drying on phenolic fraction. 2nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-2), September 1998.

AZIZAH O, AMIN I, NAWALYAH A G, ILHAM A. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. Food Chemistry 2007; 100: 1523–1530.

BAILLEUX N, BAVOILLOT G. Das Buch der Schokolade. Heyne-Verlag, München, 1996: 72, 174, 183.

BARRY CALLEBAU, MARS: Pressemitteilung: Mars Inc. und Barry Callebaut AG vereinbaren Zusammenarbeit für verbessertes Angebot von gesundheitsfördernden Kakaoflavanolen, Virginia/Zürich, 2010.

BECKETT S T. The Science of Chocolate. RSC Publishing, Cambridge, 2008: 20, 48, 80, 90, 163, 202-207.

BECKETT S T. Industrial Chocolate Manufacture and Use. Blackwell Science Ltd, Oxford, 1999: 6, 153-155.

BELITZ H D, GROSCH W, SCHIEBERLE P. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008: 992-1001.

BERGHOFER E. Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln – 2. Aufl. Broschüre der Kammer für Arbeiter und Angestellte, Wien, 2000: 41.

BMGFJ (Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend): Österreichisches Lebensmittelbuch (ÖLMB) 1996, 3. Auflage, Kapitel B15 „Kakao- und Schokoladeerzeugnisse“ .

BORCHERS A T, KEEN C L, HANNUM S M, GERSHWIN M E. Cocoa and Chocolate: Composition, Bioavailability, and Health Implications. Journal of Medicinal Food 2000; 3: 77-105.

BUIJSSE B, FRESKENS E J M, KOK F J, KROMHOUT D. Cocoa intake, blood pressure, and cardiovascular mortality: the Zutphen elderly study. Archives of Internal Medicine 2006; 166: 411-417.

BUSCH-STOCKFISCH M. Rangordnungsprüfung. In: Praxishandbuch – Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Behr's Verlag GmbH. Hamburg, 2002b; 1. Band: 1-8, 2. Band: 24-29.

CAGINDI O, OTLES S. Determination of some physical and sensory properties of milk, dark and white chocolate at different storage temperatures. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 2007; 10: 01.

CAOBISCO (Association of Chocolate, Biscuit and Confectionery Industries of the European Union): Nutritional Factsheets: Methylxanthines, 1996.
<http://www.caobisco.com/page.asp?p=215> (Zugriff: 23.11.2009)

CARNÉSECCHI S, SCHNEIDER Y, LAZARUS S A, COEHLO D, GOSSÉ F, RAUL F. Flavanols and procyanidins of cocoa and chocolate inhibit growth and polyamine biosynthesis of human colonic cancer cells. Cancer Letters 2002; 175: 147–155.

CEO S, CEO M. Die wahre Geschichte der Schokolade. S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt/Main, 1997: 22, 46, 61, 73, 81, 114, 140-141, 151-162, 196, 203, 278-289, 298-299, 309.

CHOCOSUISSE. Pro-Kopf-Verbrauch 2008.

http://www.chocosuisse.ch/web/chocosuisse/de/documentation/facts_figures.html

(Zugriff: 23.3.2010)

COBB T K. Effects of Dietary Stearic Acid on Plasma Cholesterol Levels. Southern Medical Journal 1992; 85: 25-27.

COOPER K A, CAMPOS-GIMÉNEZ E, ALVAREZ D J, RYTZ A, NAGY K, WILLIAMSON G. Predictive Relationship between Polyphenol and Nonfat Cocoa Solids Content of Chocolate. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2008; 56: 260-265.

DE BRITO E S, PEZOA GARCIA N H, GALLAO M I, CORTELAZZO A L, FEVEREIRO P S, BRAGA M R. Structural and chemical changes in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation, drying and roasting. Journal of the Science of Food and Agriculture 2000; 81: 281-288.

DIMICK P S, HOSKIN J C. The Chemistry of Flavour Development in Chocolate. In: Industrial Chocolate Manufacture and Use, (Beckett S T, Hrsg.), Blackwell Science Ltd, Oxford, 1999: 137-147.

DIN 10950-1: 1999-04. Sensorische Prüfung Teil 1: Begriffe. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1999.

ECA (European Cocoa Association): Quarterly Publication of European Cocoa Boan Usage – Q4 2009.

EBERMANN R, ELMADFA I. Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. Springer-Verlag, Wien, 2008: 207, 497-501, 523, 527.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA sets lower tolerable intake level for cadmium in food. Press Release, 2009.

http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902396263.htm

(Zugriff: 23.10.2009)

ELMADFA I, BURGER P. Expertengutachten zur Lebensmittelsicherheit - Cadmium. Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien, 1999.

ELMADFA I, LEITZMANN C. Ernährung des Menschen. Ulmer Verlag, Stuttgart, 2004: 145, 160, 223, 243, 248, 259, 262, 265, 270, 316, 334, 365, 374, 433.

ENGLER M B, ENGLER M M, CHEN C Y, MALLOY M J, BROWNE A, CHIU E Y, KWAK H-K, MILBURY P, PAUL S M, BLUMBERG J, MIETUS-SNYDER M L. Flavonoid-Rich Dark Chocolate Improves Endothelial Function and Increases Plasma Epicatechin Concentrations in Healthy Adults. Journal of the American College of Nutrition 2004; 23: 197–204.

EUFIC (Europäisches Informationszentrum für Lebensmittel). Zur Bedeutung von Guideline Daily Amounts. Food Today 2007; 3.

http://www.eufic.org/article/de/artid/Zur_Bedeutung_von_Guideline_Daily_Amounts/

(Zugriff: 2.4.2010)

FAO (Food and Agriculture Organization): Medium-term prospects for agricultural commodities. FAO Commodities and Trade Technical Paper 2003; 1.

FLAMMER A J, HERMANN F, SUDANO I, SPIEKER L, HERMANN M, COOPER K A, SERAFINI M, LÜSCHER T F, RUSCHITZKA F, NOLL G, CORTI R. Dark chocolate Improves Coronary Vasomotion and Reduces Platelet Reactivity. Circulation 2007; 116: 2376-2382.

FOWLER M S. Cocoa Beans: From Tree to Factory. In: Industrial Chocolate Manufacture and Use. (Beckett S T, Hrsg.), Blackwell Science Ltd, Oxford, 1999: 18-21.

FRANZKE C. Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Behr's Verlag, Hamburg, 1996: 254-255, 635-639.

FRAUENDORFER F, SCHIEBERLE P. Changes in Key Aroma Compounds of Criollo Cocoa Beans During Roasting. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2008; 56: 10244-10251.

GUINARD J X, MAZZUCHELLI R. Effects of sugar and fat on the sensory properties of milk chocolate: descriptive analysis and instrumental measurements. Journal of Science of Food and Agriculture 1999; 79: 1331-1339.

HÖNER K, FRERICHS N. Antioxidative Kapazität verschiedener Schokoladesorten in Abhängigkeit vom Kakaogehalt. Ernährungsumschau 2007; 9: 520-525.

HOSKIN J C. Sensory properties of chocolate and their development. American Journal of Clinical Nutrition 1994; 60: 1068-1070.

ICA (International Confectionary Association): Statistical Bulletin 2007, Brüssel, 2007.

ICCO (International Cocoa Organization): Questions and Answers – Chocolate, 2003.
<http://www.internationalcocoaorganisation.net/questions/world1.htm> (Zugriff:2.4.2010)

ICCO (International Cocoa Organization): Inventory of Health and Nutritional attributes of Cocoa and Chocolate. Promotion Committee, 5th Meeting. London, December 2005.

ICCO (International Cocoa Organization): ICCO Annual Report 2006/07. London, 2008.

ICCO (International Cocoa Organization): Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Cocoa year 2009/10. London, 2010; 36: 1.

JOHNSEN P B, CIVILLE G V, VERCELLOTTI J R, SANDRES T H, DUS C A. Development of a lexicon for the description of peanut flavor. Journal of Sensory Studies 1988; 3: 9-17.

JOURDAIN C, TENGA G, DEGUERCY A, TROPLIN P, POELMAN D. In-vitro effects of polyphenols from cocoa and beta-sitosterol on the growth of human prostate cancer and normal cells. European Journal of Cancer Prevention 2006; 15: 353-361.

KEEN C L, HOLT R R, OTEIZA P I, FRAGE C G, SCHMITZ H H. Cocoa antioxidants and cardiovascular health. American Journal of Clinical Nutrition 2005; 81: 298-303.

KIM H, KEENEY P G. (-)-Epicatechin Content in Fermented and Unfermented Cocoa Beans. Journal of Food Science 1984; 49: 1090-1092.

LIEBEREI R, REISDORFF C. Nutzpflanzenkunde. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2007: 295-297.

LIPPI G, FRANCHINI M, MONTAGNANA M, FAVALORO E J, GUIDI G C, TARGHER G. Dark chocolate: consumption for pleasure or therapy? Journal of Thrombosis and Thrombolysis 2009; 28: 482-488.

LOPEZ A S. Chemical changes occurring during the processing of cacao. In: Proceeding of the Symposium Cacao Biotechnology (Dimmick P S , Hrsg.), Pennsylvania State University, 1986; 19-53.

LUNA F, CROUZILLAT D, CIROU L, BUCHELI P. Chemical Composition and Flavor of Ecuadorian Cocoa Liquor. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2002; 50: 3527-3532.

MEDEIROS DE MELO L L M, BOLINI H M A, EFRAIM P. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. Food Quality and Preference 2009; 20: 138-143.

MEURSING E H, ZIJDERVELD J A. Cocoa Mass, Cocoa Butter and Cocoa Powder. In: Industrial Chocolate Manufacture and Use, (Beckett S T, Hrsg.), Blackwell Science Ltd, Oxford, 1999; 101-103.

MILLER K B, STUART D A, SMITH N L, LEE C Y, MCHALE N L, FLANAGAN J A, OU B, HURST W J. Antioxidant Activity and Polyphenol and Procyanidin Contents of Selected Commercially Available Cocoa-Containing and Chocolate Products in the United States. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2006; 54: 4062-4068.

MISNAWI, JINAP S, JAMILAH B, NAZAMID S. Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. Food Quality and Preference 2004; 15: 403-409.

MORTON M, MORTON M. Schokolade. Franz-Deuticke-Verlagsgesellschaft mbH, Wien, 1995: 50-54, 73.

NOBLE A C. Bitterness in wine. Physiology & Behavior 1994; 56: 1251-1255.

POPOV-RALJIC J V, LALICIC-PETRONIJEVIC J G. Sensory Properties and Color Measurements of Dietary Chocolates with Different Compositions During Storage for Up to 360 Days. Sensors 2009; 9: 1996-2016.

PRINDIVILLE E A, MARSHALL R T, HEYMANN H. Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. Journal of Dairy Science 2000; 83: 2216-2223.

PROPST M. Beurteilung des mutagenen Potentials von gerösteten Kakaobohnen im Ames Test, Diplomarbeit der Universität Wien, 2005: 85.

RAMLI N, HASSAN O, SAID M, SAMSUDIN W, IDRIS N A. Influence of Roasting Conditions on volatile Flavor of roasted malaysian cocoa beans. Journal of Food Processing and Preservation 2006; 30: 280-298.

RICHTLINIE 2000/13/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. März 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Etikettierung und Aufmachung von Lebensmitteln sowie die Werbung hierfür. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 109; 32

ROHAN T A. Processing of raw cocoa, II. – Uniformity in Heap Fermentation and Development of Methods for Rapid Fermentation of West African Amelonado Cocoa. Journal of the Science of Food and Agriculture 1958; 9: 542-551.

SCHWARZBACH A. Polyphenolgehalt und gesamte antioxidative Kapazität von Schokoladen mit unterschiedlichen Anteilen an Kakaomasse, Diplomarbeit der Universität Wien, 2002: 36, 51-52.

SELAMAT A A, CHE MAN Y B, SURIA A M. Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. Food Chemistry 2001; 72: 491-497.

SERAFINI M, BUGIANESI R, MAIANI G, VALTUENA S, DE SANTIS S, CROZIER A. Plasma antioxidants from chocolate. Nature 2003; 424: 1013.

SMIT H J, GAFFAN E A, ROGERS P J. Methylxanthines are the psychopharmacologically active constituents of chocolate. Psychopharmacology 2004; 176: 412-419.

SMITH K. Präsentation Chocolate tempering. Confectionery Manufacturing Expo, Brüssel, 2006.

STARK T, BAREUTHER S, HOFMANN T. Molecular Definition of the Taste of Roasted Cocoa Nibs (*Theobroma cacao*) by Means of Quantitative Studies and Sensory Experiments. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2006; 54: 5530-5539.

STATISTIK AUSTRIA: Verbrauchsausgaben. Hauptergebnisse der Konsumerhebung, Wien 2006: 39.

STATISTIK AUSTRIA: Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich – Band 2, Wien 2008: 142.

STEINBAUER F. Bittere Schokolade versüßt Geschäft. In: Wiener Zeitung, Nr. 26 vom 8. Februar 2006; 27.

STEINBERG F M, BEARDEN M M, KEEN C L. Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health. Journal of the American Dietetic Association 2003; 103: 215-223.

STONE H, SIDEL J L, OLIVERS S, WOOLSEY A, SINGLETON R C. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. Food Technology 1974; 28: 24-33.

SUNE F, LACROIX P, HUON DE KERMADEC F. A comparison of sensory attribute use by children and experts to evaluate chocolate. Food Quality and Preference 2002; 13: 545-553.

THAMKE I, DÜRRSCHMID K, ROHM H. Sensory description of dark chocolates by consumers. Food Science and Technology 2009; 42: 534-539.

THOISTRUP T, MARCKMANN P, JESPERSEN J, SANDSTRÖM B. Fat high in stearic acid favorably affects blood lipids and factor VII coagulant activity in comparison with fats high in palmitic acid or high in myristic and lauric acids. American Journal of Clinical Nutrition 1994; 59: 371-377.

USDA (United States Department of Agriculture). National Nutrient Database for Standard Reference, 2009; 22

<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search> (Zugriff: 3.2.2010)

VERBAND DER SÜSSWARENINDUSTRIE ÖSTERREICHS. Presseinformation: Süßwaren aus Österreich – Botschafter des süßen Geschmacks auch in der Krise. Wien, 2010.

VIAENE J, JANUSZEWSKA R. Quality function deployment in the chocolate industry. *Food Quality and Preference* 1999; 10: 377-385.

VINSON J A, PROCH J, ZUBIK L. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: cocoa, dark chocolate, and milk chocolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1999; 47: 4821-4824.

WAN Y, VINSON J A, ETHERTON T D, PROCH J, LAZARUS S A, KRIS-ETHERTON P M. Effects of cocoa powder and dark chocolate on LDL oxidative susceptibility and prostaglandin concentrations in humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 2001; 74: 596–602.

WENDELIN M P. Physikalische und sensorische Charakterisierung dunkler Schokoladen. Diplomarbeit der Universität für Bodenkultur, 2007: 71.

ZIEGLER G, HOGG R. Particle Size Reduction. In: *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, (Beckett S T , Hrsg.), Blackwell Science Ltd, Oxford, 1999; 134-135.

9 ANHANG

Tabelle 22: Attributenliste für die Evaluierung (deutsch/englisch)

ATTRIBUT DEUTSCH	DEFINITION (DT.)	ATTRIBUT ENGLISCH	DEFINITION (ENGL.)	LITERATUR- QUELLE
AUSSEHEN				
Farbintensität	Intensität der braunen Farbe der Schokolade: von braun bis dunkelbraun	colour intensity	intensity of typical colour of product, from light brownish to dark brown	VIAENE und JANUSZEWSKA, 1999
Gleichmäßigkeit der Farbe	Gleichmäßige Verteilung der Farbe auf der Schokolade	evenness of colour	irreproachable colour on chocolate surface	SUNE et al., 2002
Farbglanz	Intensität des Glanzes; das Leuchten der Farbe: von matt bis glänzend	brightness	luminescence of colour, from mat to shiny	VIAENE und JANUSZEWSKA, 1999
Oberflächentextur	Beschreibt die bröckelige Struktur auf der Schokoladen-Oberfläche: von glatt bis körnig	texture on surface	crumbling texture on chocolate surface, from smooth to granular	POPOV-RALJIC und LALICIC-PETRONIJEVIC, 2009
Fettreif	Visueller Defekt, der sich nach einiger Zeit auf der Schokoladenoberfläche entwickelt. Zu erkennen an einer sehr dünnen Schicht von Fettkristallen an der Oberfläche der Schokolade wodurch sie ihren Glanz verliert und ein fleckiger, weißer Belag entsteht.	fat bloom	during storage, chocolate surface turn grayish, inducing considerable colour changes, i.e. of lightness, nuance and saturation of colour	POPOV-RALJIC und LALICIC-PETRONIJEVIC, 2009

GERUCH				
Intensität des allgemeinen Schokoladen-Geruchs	Intensität des allgemeinen Schokoladengeruchs	intensity of chocolate aroma	intensity of chocolate aroma	PRINDIVILLE et al., 2000
Kakao-Geruch	Intensität des Kakao-Geruchs, assoziiert mit dem Geruch von Kakaopulver	intensity of cocoa aroma	the aroma of cocoa powder	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
röstig	Intensität des Geruchs von gerösteten Kakaobohnen	roasted	the aroma of roasted cocoa beans	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
fruchtig	Der Geruch nach verschiedenen Früchten	fruity	impression of fruity aroma	VIAENE und JANUSZEWSKA, 1999
Karamell-Geruch	Der Geruch karamellisierten Zuckers	caramel-like	the aroma of flan caramel sauce	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
erdig	Intensität des erdigen Geruchs, assoziiert mit feuchter Erde	earthy	the aromatic associated with wet dirt and mulch	JOHNSEN et al., 1988
Kartongeruch	Fremdnote im Geruch, die mit Karton bzw. Papier assoziiert wird	foreign odor	weird note, reminiscent of cardboard	POPOV-RALJIC und LALICIC-PETRONIJEVIC, 2009
GESCHMACK				
süß	Intensität des süßen Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Saccharose-Lösung	sweetness	basic taste quality most often associated with sucrose	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
bitter	Intensität des bitteren Geschmacks; Basalqualität; Geschmack der Koffeinelösung	bitterness	basic taste quality most often associated with caffeine	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999

FLAVOR				
Intensität des allgemeinen Schokoladen-Flavors	Intensität des allgemeinen Flavors nach Schokolade	intensity of chocolate flavor	intensity of chocolate flavor	PRINDIVILLE et al., 2000
Kakao-Flavor	Intensität des Kakao-Flavors, assoziiert mit dem Geschmack von Kakaopulver	cocoa-flavor	the flavor of cocoa-drink	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
röstig	Flavor von gerösteten Kakaobohnen	roasted	the flavor of roasted cocoa beans	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
fruchtig	Flavor nach verschiedenen Früchten	fruitiness	impression of fruity flavor	VIAENE und JANUSZEWSKA, 1999
Karamell-Flavor	Flavor von karamellisiertem Zucker	caramel flavor	the flavor of caramelised sugar	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
rauchig	Intensität des verbrannten, rauchigen Flavors, assoziiert mit verbrannten Lebensmitteln	smokiness	impression of smoke/hammy flavor	VIAENE und JANUSZEWSKA, 1999
erdig	Intensität des erdigen Flavors, assoziiert mit feuchter Erde	earthy	the flavor associated with wet dirt and mulch	JOHNSEN et al., 1988
ranzig	Flavor nach oxidiertem Fett, assoziiert mit altem Fett	rancid	the flavor associated with somewhat oxidized oils	JOHNSEN et al., 1988
Off-Flavor (Karton-Flavor)	Fremdnote, assoziiert mit dem Flavor von Karton/Papier	foreign flavor	weird note, reminiscent of cardboard	POPOV-RALJIC und LALICIC-PETRONIJEVIC, 2009

TEXTUR / MUNDGEFÜHL				
Härte	Kraftintensität, die zum zerbeißen des ersten Stücks Schokolade mit den Zähnen benötigt wird: von weich bis hart	firmness	the force required to bite the chocolate square in half with incisors, from very soft to very hard	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
adstringierend	Vorhandensein eines zusammenziehenden, trockenen, speichelarmen Mundraumes (Mundgefühl nach dem Trinken von starken Schwarztee)	astringent	the chemical feeling factor on the tongue, described as puckering/dry and associated with tannins or alum	JOHNSEN et al., 1988
Cocoa-Body (Viskosität)	Fülle und Gewicht im Mund zwischen dünnflüssig bis dickflüssig	viscous	the resistance to flow of melted chocolate, not viscous as in water vs. viscous as in syrup	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
Smoothness (Glätte)	Grad der Schmelzigkeit und Löslichkeit im Mund; Vorhandensein von Partikeln in der geschmolzenen Schokolade: von glatt bis körnig	smoothness	in melted chocolate, the presence of very fine particles, from smooth to gritty	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999
mouthcoating (Mundbelag)	Intensität des Belags bzw. Films auf Zunge und Lippen – nach hinunter schlucken	mouthcoating	the afterfeel, film covering the mouth surfaces	GUINARD und MAZZUCCHELLI, 1999

Schmelzgeschwindigkeit	Zeit bis die feste Schokolade auf der Zunge flüssig wird: von langsam bis schnell schmelzend	melting rate	amount of time required for solid chocolate turn into liquid while moving the tongue	MEDEIROS DE MELO, 2009
Adhäsivität	Grad mit der die Schokolade an den Backenzähnen anhaftet: von nicht klebrig bis sehr klebrig	adhesiveness	the degree to which the sample sticks on molar teeth	MEDEIROS DE MELO, 2009
NACH-GESCHMACK				
Nachgeschmack allgemein	Intensität des zurückbleibenden Schokoladen-Nachgeschmacks (1 Minute nach dem Hinunterschlucken)	aftertaste	impression that is still felt after sample is swallowed	VIAENE und JANUSZEWSKA, 1999
bitterer Nachgeschmack	Intensität des bitteren Nachgeschmacks (1 Minute nach dem Hinunterschlucken); Basalqualität	bitter aftertaste	intensity of a bitter aftertaste, refer to caffeine	MEDEIROS DE MELO, 2009
Kakao-Nachgeschmack	Intensität des Kakao-Nachgeschmacks, assoziiert mit Kakaopulver (1 Minute nach dem Hinunterschlucken)	cocoa aftertaste	intensity of a cocoa aftertaste, refer to cocoa powder	PRINDIVILLE et al., 2000

Tabelle 23: Mittelwerte jedes Panellisten aus zwei Wiederholungen der Quantitativen Deskriptiven Analyse von Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

Attribut	A	B	C	D
Farbintensität	9,08	8,15	9,28	8,00
Gleichmäßigkeit der Farbe	9,25	8,85	8,75	8,43
Farbglanz	8,03	5,98	7,48	6,74
Oberflächentextur	9,40	8,73	8,90	8,30
Fettreif	0,30	0,65	0,60	0,40
Geruch Schokolade	7,68	7,53	8,08	6,33
Geruch Kakao	7,20	7,00	7,93	5,25
Geruch röstig	4,48	4,60	4,85	3,88
Geruch fruchtig	4,20	5,15	4,55	3,05
Geruch Karamell	3,72	4,95	4,40	2,98
Geruch erdig	2,08	2,60	3,40	2,33
Geruch Karton	1,33	0,90	0,83	1,25
Geschmack süß	4,68	5,78	5,08	4,23
Geschmack bitter	5,25	5,63	6,28	5,03
Flavor Schokolade	7,35	7,25	7,78	5,98
Flavor Kakao	6,78	6,30	7,05	5,28
Flavor röstig	4,08	4,50	4,88	3,83
Flavor fruchtig	3,95	4,95	4,30	2,83
Flavor Karamell	3,50	4,00	3,83	3,15
Flavor rauchig	2,16	2,72	3,23	2,90
Flavor erdig	2,23	2,83	3,30	2,55
Flavor ranzig	0,10	0,20	0,23	1,28
Flavor Karton	0,73	0,75	0,73	1,03
Mundgefühl Härte	7,35	6,63	7,68	4,83
Mundgefühl adstringierend	3,95	4,35	4,83	3,60
Mundgefühl Cocoa-Body	6,95	6,65	7,25	6,55
Mundgefühl Smoothness	8,08	7,68	7,63	7,68
Mundgefühl mouthcoating	6,23	6,45	6,68	5,20
Mundgefühl Schmelzgeschwindigkeit	5,80	5,55	5,90	6,98
Mundgefühl Adhäsivität	4,15	4,48	5,53	3,98
Nachgeschmack allgemein	6,33	6,65	7,33	6,00

Nachgeschmack bitter	4,58	4,93	5,43	4,18
Nachgeschmack Kakao	5,70	5,30	5,98	4,28

Tabelle 24: Mittelwerte jedes Panellisten aus zwei Wiederholungen der Quantitativen Deskriptiven Analyse von Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

Attribut	A	B	C	D
Farbintensität	9,38	7,52	8,90	7,94
Gleichmäßigkeit der Farbe	9,35	9,38	9,08	9,04
Farbglanz	8,90	6,23	7,30	6,22
Oberflächentextur	9,30	9,13	8,75	8,73
Fettreif	0,15	0,45	0,40	0,50
Geruch Schokolade	6,82	6,54	7,54	7,94
Geruch Kakao	5,78	6,02	7,38	7,25
Geruch röstig	3,43	3,76	4,00	5,26
Geruch fruchtig	2,90	3,15	3,60	3,18
Geruch Karamell	3,03	3,31	3,22	3,35
Geruch erdig	2,80	2,50	3,04	2,45
Geruch Karton	1,65	0,24	0,25	0,35
Geschmack süß	5,10	3,23	2,90	2,84
Geschmack bitter	4,83	6,08	7,28	6,83
Flavor Schokolade	7,15	6,78	7,33	7,50
Flavor Kakao	6,15	6,55	7,15	6,93
Flavor röstig	4,25	4,80	5,05	5,65
Flavor fruchtig	3,75	3,53	2,83	2,28
Flavor Karamell	4,00	1,89	1,87	1,83
Flavor rauchig	2,11	3,80	4,28	3,52
Flavor erdig	1,48	2,98	3,29	2,88
Flavor ranzig	0,60	0,40	0,20	0,15
Flavor Karton	1,28	0,73	0,58	0,28
Mundgefühl Härte	7,23	7,89	8,45	8,10
Mundgefühl adstringierend	3,10	3,95	5,45	4,88
Mundgefühl Cocoa-Body	6,92	6,55	7,02	6,95
Mundgefühl Smoothness	8,28	7,75	7,75	8,16

Mundgefühl mouthcoating	4,90	5,45	6,18	5,75
Mundgefühl Schmelzgeschwindigkeit	6,03	5,46	4,89	5,23
Mundgefühl Adhäsivität	4,65	4,43	4,78	4,43
Nachgeschmack allgemein	6,10	5,83	6,78	6,48
Nachgeschmack bitter	4,23	4,90	6,20	5,68
Nachgeschmack Kakao	5,23	5,10	6,00	5,38

Tabelle 25: Mittelwerte der Attribute mit einem Kakaoanteil von 70 % bzw. 85 % der untersuchten Schokoladen A, B, C und D

Attribut	Mittelwert der Schokoladen A, B, C und D (Kakaoanteil =70 %)	Mittelwert der Schokoladen A, B, C und D (Kakaoanteil =85 %)
Farbintensität	8,62	8,43
Gleichmäßigkeit Farbe	8,82	9,21
Farbglanz	7,05	7,16
Oberflächentextur	8,83	9,98
Fat bloom	0,49	0,38
Geruch Schokolade	7,40	7,21
Geruch Kakao	6,84	6,61
Geruch röstig	4,45	4,11
Geruch fruchtig	4,24	3,20
Geruch Karamell	4,01	3,23
Geruch erdig	2,60	2,70
Geruch Karton	1,08	0,62
Geschmack süß	4,94	3,51
Geschmack bitter	5,54	6,25
Flavor Schokolade	7,09	7,19
Flavor Kakao	6,35	6,69
Flavor röstig	4,32	4,94
Flavor fruchtig	4,00	3,10
Flavor Karamell	3,62	2,40
Flavor rauchig	2,75	3,43
Flavor erdig	2,73	2,66

Flavor ranzig	0,45	0,34
Flavor Karton	0,81	0,71
Nachgeschmack allgemein	6,58	6,29
Nachgeschmack bitter	4,78	5,25
Nachgeschmack Kakao	5,31	5,43
Mundgefühl Härte	7,12	7,92
Mundgefühl adstringierend	4,18	4,34
Mundgefühl Cocoa-Body	6,85	6,86
Mundgefühl Smoothness	7,76	7,99
Mundgefühl mouthcoating	6,14	5,57
Mundgefühl Schmelzgeschwindigkeit	6,06	5,40
Mundgefühl Adhäsivität	4,53	4,57

Tabelle 26: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung für Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 70 %

	A	B	C	D
Prüfperson 1	1	3	4	2
Prüfperson 2	1	2	3	4
Prüfperson 3	1	4	2	3
Prüfperson 4	4	3	1	2
Prüfperson 5	2	1	4	3
Prüfperson 6	2	1	4	3
Prüfperson 7	1	3	2	4
Prüfperson 8	3	1	4	2
Prüfperson 9	2	4	3	1
Prüfperson 10	1	4	3	2
Prüfperson 11	1	4	3	2
Prüfperson 12	2	4	1	3
Prüfperson 13	1	3	4	2
Prüfperson 14	1	2	4	3
Prüfperson 15	1	2	4	3
Prüfperson 16	2	1	3	4
Prüfperson 17	2	4	3	1
Prüfperson 18	3	2	1	4
Prüfperson 19	2	3	4	1
Prüfperson 20	4	2	3	1

Prüfperson 21	3	4	1	2
Prüfperson 22	3	2	4	1
Prüfperson 23	2	3	1	3,5
Prüfperson 24	1	3	2	4
Prüfperson 25	1	2	4	3
Prüfperson 26	3	4	1	2
Prüfperson 27	3	4	2	1
Prüfperson 28	2	4	1	3
Prüfperson 29	1	4	2	3
Prüfperson 30	1	3	2	4
Prüfperson 31	3	2	4	1
Prüfperson 32	1	3	2	4
Prüfperson 33	2	3	4	1
Prüfperson 34	2	4	3	1
Prüfperson 35	4	2	1	3
Prüfperson 36	1	3	4	2
Prüfperson 37	1	3	4	2
Prüfperson 38	2	3	4	1
Prüfperson 39	1	2	3	4
Prüfperson 40	1	2	4	3
Prüfperson 41	1	3	4	2
Prüfperson 42	4	1	3	2
Prüfperson 43	2	1	4	3
Prüfperson 44	3	2	4	1
Prüfperson 45	3	1	2	4
Prüfperson 46	1	3	4	2
Prüfperson 47	1	3	4	2
Prüfperson 48	2	1	3	4
Prüfperson 49	2	3	1	4
Prüfperson 50	4	1	3	2
Prüfperson 51	2	1	4	3
Prüfperson 52	4	3	1	2
Prüfperson 53	2	1	4	3
Prüfperson 54	3	4	1	2
Prüfperson 55	3	1	2	4
Prüfperson 56	1	4	2	3
Prüfperson 57	4	3	1	2

Prüfperson 58	3	1	2	4
Prüfperson 59	1	2	4	3
Prüfperson 60	3	4	2	1
Rangsumme	124	156	168	151,5
mittlere Ränge	2,07	2,60	2,80	2,53

Tabelle 27: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung für Schokoladen mit einem Kakaoanteil von 85 %

	A	B	C	D
Prüfperson 1	1	3	4	2
Prüfperson 2	4	2	1	3
Prüfperson 3	1	4	2	3
Prüfperson 4	3	4	2	1
Prüfperson 5	1	2	3	4
Prüfperson 6	1	2	4	3
Prüfperson 7	2	4	1	3
Prüfperson 8	1	3	2	4
Prüfperson 9	1	2	4	3
Prüfperson 10	3	2	4	1
Prüfperson 11	2	4	3	1
Prüfperson 12	2	3	4	1
Prüfperson 13	2	4	3	1
Prüfperson 14	2	3	1	4
Prüfperson 15	1	2	3	4
Prüfperson 16	1	2	4	3
Prüfperson 17	1	2	4	3
Prüfperson 18	4	2	1	3
Prüfperson 19	1	2	4	3
Prüfperson 20	1	4	3	2
Prüfperson 21	1	2	4	3
Prüfperson 22	1	2	3	4
Prüfperson 23	4	3,5	1	2
Prüfperson 24	3	2	1	4
Prüfperson 25	1	2	3	4
Prüfperson 26	1	2	4	3

Prüfperson 27	1	2	4	3
Prüfperson 28	2	1	3	4
Prüfperson 29	1	3	2	4
Prüfperson 30	4	1	3	2
Prüfperson 31	3	2	1	4
Prüfperson 32	1	4	2	3
Prüfperson 33	1	2	4	3
Prüfperson 34	4	2	3	1
Prüfperson 35	3	1	2	4
Prüfperson 36	1	2	4	3
Prüfperson 37	1	4	3	2
Prüfperson 38	1	2	3	4
Prüfperson 39	1	3	2	4
Prüfperson 40	1	4	3	2
Prüfperson 41	1	2	3	4
Prüfperson 42	2	1	4	3
Prüfperson 43	1	2	4	3
Prüfperson 44	1	2	4	3
Prüfperson 45	1	3	2	4
Prüfperson 46	1	2	3	4
Prüfperson 47	4	3	1	2
Prüfperson 48	3	4	2	1
Prüfperson 49	1	2	4	3
Prüfperson 50	1	2	4	3
Prüfperson 51	1	2	4	3
Prüfperson 52	2	4	1	3
Prüfperson 53	3	2	4	1
Prüfperson 54	1	4	3	2
Prüfperson 55	4	2	1	3
Prüfperson 56	2	4	3	1
Prüfperson 57	1	3	4	2
Prüfperson 58	4	1	2	3
Prüfperson 59	1	2	3	4
Prüfperson 60	1	4	3	2
Rangsumme	107	153,5	171	169
mittlere Ränge	1,78	2,55	2,85	2,82

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Vor –u. Zuname: Astrid Böhm
 Geburtsdatum: 4. Juni 1985
 Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung

seit 2004 Studium der Ernährungswissenschaften, Universität Wien
 2006 – 2007 Studium Romanistik (Spanisch), Universität Wien
 1999 – 2004 Handelsakademie (Schwerpunkt IT) in St. Pölten
 1995 – 1999 Realgymnasium in Lilienfeld
 1991 – 1995 Volksschule in Wilhelmsburg

Berufserfahrungen

August 2010	Praktikum in den Naturgärten Steinschalerhof, Rabenstein/Pielach: Mitarbeit in den Gärten mit besonderem Augenmerk auf Wildkräuter, sowie beim Einkochen von Obst
Juli 2009	Praktikum am Karl Landsteiner Institut im Krankenhaus Hietzing, Wien: Abteilung für Diabetes mellitus
Juli 2008	Praktikum auf der Molterau-Alm, Salzburg: Herstellung von Milchprodukten
Mai 07 – März 08	Praktikum am Department für Ernährungswissenschaften, Wien: Mithilfe beim Österreichischen Ernährungsbericht 2008 (Sammlung von Daten, Nährwerteingabe)
August 2007	Praktikum bei der Bischofszell Nahrungsmittel AG, Schweiz: Mitarbeit in der Produktion
August 2005	Praktikum am Institut für Sozialmedizin, Wien: Eingabe von Ernährungsprotokollen in ein ernährungs- wissenschaftliches Programm
Juli 2003	Ferialpraxis bei der BA/CA, St. Pölten
August 2002	Ferialpraxis im Postbüro des ORF, Wien

Qualifikationen

Sprachen: Englisch, Französisch, Spanisch

Computer: Microsoft Office, ECDL Advanced Excel, EWP, BLS-Datenbank II,
 SPSS 15.0, Mac-Kenntnisse

Wien, 4. November 2010